KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN
TE AMSTERDAM

PROCEEDINGS

VOLUME XXXVI

No. 2

President: J. VAN DER HOEVE
Secretary: B. BROUWER

CONTENTS

J. W. LE HEUX und A. DE KLEYN: "Ueber den Einfluss einseitiger Labyrinthexstirpation auf die Magen-Darmbewegungen bei Katzen". (Mitteillung II), p. 142.

W. H. KEESOM: "On the jump in the expansion coefficient of liquid helium in passing the lambda-point", p. 147.

P. EHRENFEST: "Phasenumwandlungen im ueblichen und erweiterten Sinn, classifiziert nach den entsprechenden Singularitaeten des thermodynamischen Potentiales", p. 153.

C. J. GORTER, W. J. DE HAAS and J. VAN DEN HANDEL: "The paramagnetic saturation of potassium chromic alum", p. 158.

C. J. GORTER, W. J. DE HAAS and J. VAN DEN HANDEL: "The magnetic behaviour of some chromic compounds at low temperatures", p. 168.

JAN DE VRIES: "Eine Abbildung der Kreise des Raumes auf die Kreispaare einer Ebene", p. 173.

A. A. NIJLAND: "Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen. XII. V 29=T U Cygni", p. 174. (With one Plate).

F. A. H. SCHREINEMAKERS and C. L. DE VRIES: "On absorption and osmosis". I, p. 180.

M. W. WOERDEMAN: "Über den Glykogenstoffwechsel des Organisationszentrums in der Amphibiengastrula", p. 189.

P. H. VAN CITTERT: "The "VAN LEEUWENHOEK Microscope" in possession of the University of Utrecht". II. (Communicated by Prof L. S. ORNSTEIN), p. 194. (With one Plate).

R. W. VAN BEMMELEN: "Das Kräfteproblem in der Tektonik". (Communicated by Prof. G. A. F. MOLENGRAAFF), p. 197.

G. L. SMIT SIBINGA: "The Malay double (triple) orogen". I. (Communicated by Prof. G. A. F. MOLENGRAAFF), p. 202.

ANNIE M. HARTSEMA en IDA LUYTEN: "De invloed van lage temperaturen op het snelle strekken en bloeien van Convallaria majalis". II. (Mit Zusammenfassung). (Communicated by Prof. A. H. BLAAUW), p. 210. (With one Plate).

EUGEN FREY: "Ueber die basale Opticuswurzel und die caudalen Verbindungen der Commissura transversa Gudden der Reptilien". (Communicated by Prof. C. U. ARIËNS KAPPERS), p. 217. (With one Plate).

E. J. W. VERWEY: "The Double Layer of the Silveriodide-Sol". (Communicated by Prof. H. R. KRUYT), p. 225.

N. H. SWELLENGREBEL: "Report on a small experimental epidemic of benign tertian malaria started in September 1931 and followed up till January 1933". (Communicated by Prof. W. A. SCHÜFFNER), p. 234.

Corrigendum, p. 240.

Physiologie. — *Ueber den Einfluss einseitiger Labyrinthexstirpation auf die Magen-Darmbewegungen bei Katzen.* (Mitteilung II.) Von J. W. LE HEUX und A. DE KLEYN.

(Communicated at the meeting of February 25, 1933.)

In einer vorhergehenden Mitteilung [1]) konnte gezeigt werden, dass bei Katzen Labyrinthexstirpation starke Störungen der Bewegungen des Magen-Darmkanals zur Folge hat. Am meisten werden die Bewegungen und die Entleerung des Magens beeinflusst. Etwas geringer ist dieser Einfluss auf die Bewegungen des Dünndarms, während der Dickdarm am wenigsten in Mitleidenschaft gezogen wird. Die Störungen sind vorübergehender Art; 10—12 Tage nach der Labyrinthexstirpation sind die Magen-Darmbewegungen wieder normal, während andere Erscheinungen, wie z.B. Motilitätsstörungen bei den Tieren noch deutlich zu beobachten sind.

Eine teilweise Operation, wobei nur die Bulla ossea eröffnet wird und die sympatischen Bahnen im Mittelohr zerstört werden, hat keine Magen-Darmstörungen zur Folge. Wird bei einem Versuchstier einige Zeit nach einseitiger Labyrinthexstirpation das andere Labyrinth entfernt, so treten neuerdings Magen-Darmstörungen auf. Nach doppelseitiger gleichzeitiger Labyrinthexstirpation sind die Störungen nahezu gleich stark wie nach einseitiger.

In letzter Zeit wurde nun eine Reihe von Versuchen ausgeführt um den Reflexbogen für diese Störungen zu bestimmen: In einer ersten Versuchsreihe wurde bei Katzen eine doppelseitige Vagotomie gemacht und nachdem sich die Tiere ganz erholt hatten, die Magen-Darmbewegungen röntgenologisch nach der Methode von CANNON genau untersucht. Nach einiger Zeit fand dann eine einseitige Labyrinthexstirpation statt und am folgenden Tag wurden die Magen-Darmbewegungen nochmals untersucht. In einer zweiten Versuchsreihe wurden genau dieselben Untersuchungen ausgeführt, nur mit dem Unterschied, dass statt einer Vagotomie als erster Eingriff eine Durchtrennung der sympatischen Fasern für Magen und Darm vorgenommen wurde. Bevor jedoch die Beschreibung dieser Versuche gegeben wird, mögen, um den Vergleich zu erleichtern, die früher beobachteten Störungen bei Katzen nach einseitiger Labyrinthexstirpation als Diagramm wiedergegeben werden (Fig. 1). Auf der Abscisse sind die Stunden angegeben, gerechnet vom Augenblick der Beendigung der Fütterung. Auf dem Ordinat die Gesamtlänge der Dünndarmschatten in Zenti-

[1]) Proceedings 34, 1931, 836.

metern. Die horizontalen Linien unterhalb der Abscisse zeigen die Verweildauer der Speisen im Magen, die Pfeile das erste Sichtbarwerden der

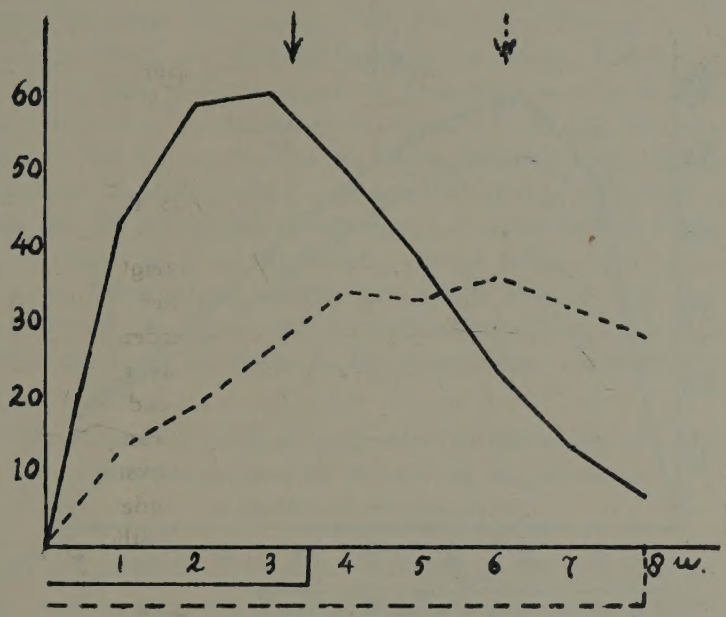


Fig. 1,
——— Mittelwerte aus Versuchen bei 6 normalen Katzen.
– – – Mittelwerte aus Versuchen bei denselben Tieren nach einseitiger Labyrinthexstirpation.

Schatten im Coecum. Die Linie ——— bezieht sich auf die Mittelwerte aus Versuchen bei 6 normalen Katzen, die Linie – – – – auf die Mittelwerte aus Versuchen bei denselben Katzen nach einseitiger Labyrinthexstirpation.

Die neueren Versuche ergaben das folgende Resultat:

I. *Der Einfluss einseitiger Labyrinthexstirpation auf die Magen-Darmbewegungen bei doppelseitig vagotomierten Katzen.*

Die doppelseitige Vagotomie wurde bei 4 Katzen in MELTZER-Aethernarcose vorgenommen; bei zweien (Katze 1 und 2 der Tabelle) wurden beide Vagi intrathoracal bei der Cardia durchschnitten, bei den zwei anderen (Katze 3 und 4 der Tabelle) wurde der rechte N. vagus unter der Abzweigung des N. recurrens intrathoracal, der linke am Hals durchschnitten, und dabei jedesmal nicht nur die Vagi einfach durchtrennt, sondern auch ein Stück des Nerven reseziert. Bekanntlich ist es nicht möglich, beide Vagi am Hals zu durchschneiden, weil die Tiere dann infolge der gleichzeitig unvermeidlichen Durchtrennung der Nn. recurrentes Erstickungserscheinungen bekommen. Fig. 2 gibt das Resultat der Versuche bei diesen 4 Katzen als Diagramm wieder. Die Linie ——— bezieht

sich auf die Mittelwerte aus den Versuchen bei doppelseitig vagotomierten Tieren, die Linie – – – – auf die Mittelwerte aus den Versuchen bei den-

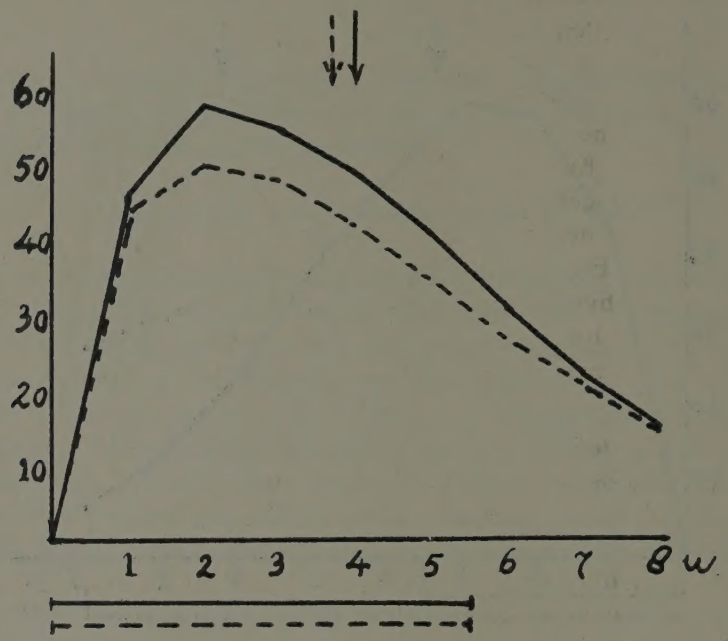


Fig. 2

——— Mittelwerte aus Versuchen bei 4 Katzen nach doppelseitiger Vagotomie.
– – – Mittelwerte aus Versuchen bei denselben Tieren nachdem auch noch einseitig das Labyrinth entfernt war.

selben Tieren nachdem eine einseitige Labyrinthexstirpation vorgenommen worden war. Die Tabelle gibt die Daten der verschiedenen Operationen und Untersuchungen an.

Katze	Doppelseitige Vagotomie	Röntgen-untersuchung	Einseitige Labyrinth-exstirpation	2te Röntgen-untersuchung
1	9. 5. 1931	2. 6. 1931	15. 6. 1931	16. 6. 1931
2	23. 5. 1931	24. 6. 1931	13. 7. 1931	14. 7. 1931
3	15.12. 1932	5. 1. 1933	12. 1. 1933	13. 1. 1933
4	7. 1. 1933	17. 1. 1933	25. 1. 1933	26. 1. 1933

Aus einem Vergleich von Fig. 1 mit Fig. 2 ersieht man ohne weiteres, dass nach doppelseitiger Vagotomie die Labyrinthexstirpation keinen Einfluss mehr auf die Magen-Darmbewegungen ausübt [1]). Die Verweildauer

[1]) Dieses ist in Uebereinstimmung mit dem Befund von SPIEGEL und DÉMÉTRIADES die in ihren akuten Versuchen feststellten, dass doppelseitige Vagusdurchschneidung die Wirkung der Labyrinthreizung auf den Dünndarm aufhebt. Mon. f. Ohrheilk. 58, 1924, 63.

der Speisen im Magen (die Linie unter der Abscisse) ist sowohl vor wie nach der Labyrinthexstirpation genau dieselbe; das erste Sichtbarwerden eines Schattens im Coecum (die Pfeile) findet vor und nach der Labyrinthexstirpation ungefähr zu gleicher Zeit statt. Die Füllung des Coecums beginnt sogar nach der Labyrinthexstirpation etwas früher als davor, worauf jedoch kein Wert zu legen ist, besonders weil bei einem fünften Versuch bei gleicher Verweildauer der Speisen im Magen das umgekehrte der Fall war. Die Kurven, welche die Gesamtlänge der Dünndarmschatten in Zentimetern angeben, zeigen auch nur eine geringe Differenz, geringer sogar, als man bei den täglichen Variationen erwarten könnte. Man braucht nur Fig. 1 und Fig. 2 zu vergleichen, um zu sehen, dass bei normalen Tieren nach Labyrinthexstirpation der ganze Verlauf der Kurve sich ändert, während bei Tieren mit durchschnittenen Vagi nach Labyrinthexstirpation die Form der Kurve in der Hauptsache unverändert bleibt.

II. *Der Einfluss einseitiger Labyrinthexstirpation auf die Magen-Darmbewegungen bei Katzen mit aufgehobener sympathischer Innervation.*

Um die sympathische Innervation vom Magen bis zum Coecum auszuschalten, wurden die postganglionären Fasern auf ihrem Verlauf durchschnitten, nach einer Methode, die LANGLEY und MAGNUS [1]) zu diesem Zweck ausgearbeitet haben. LANGLEY und MAGNUS haben in ihren Versuchen die Durchschneidung der postganglionären Fasern in ihrem Verlauf nur für einzelne Teile des Verdauungskanals ausgeführt. Später hat dann MAGNUS [2]) Versuche gemacht, in denen die gesamte Innervation vom Magen bis zum After bei ein und demselben Tier unterbrochen wurde.

Als Beispiel von einem unserer Versuche möge Fig. 3 dienen.

Es handelt sich um ein Tier, bei dem am 23. 2. 1932 die sympathische Denervierung durch Herrn Prof. BIJLSMA vorgenommen worden war. Die erste Röntgenuntersuchung hatte am 17. 3. 1932, die einseitige Labyrinthexstirpation am 4. 4. 1932 stattgefunden. Dann wurde das Tier am 5. 4. 1932 nochmals geröntgent.

Bei der Betrachtung des Diagramms fällt sofort auf, dass die Form der Kurve ganz anders ist, als bei den früher beschriebenen Versuchen.

Nach der Denervierung, jedoch vor der Labyrinthexstirpation (Linie ———) ist der Magen schon nach etwas mehr als 2 Stunden entleert, während das erste Sichtbarwerden eines Schattens im Coecum nach etwas mehr als einer Stunde angedeutet (↓) und nach ungefähr 2½ Stunden schon sehr deutlich ist ↓. Nach der Labyrinthexstirpation hat sich der Zustand ganz geändert. Wohl ist auch jetzt infolge des Fortfalls der hemmenden sympathischen Fasern der erste Schatten im Coecum schon nach

---

[1]) LANGLEY J. N. and MAGNUS R.: Journal of Physiology 33. 1905. 34.

[2]) MAGNUS R.: Pflügers Archiv 115. 1906. 316.

etwas mehr als 2½ Stunden wahrnehmbar, der Magen bleibt jedoch noch länger als 8 Stunden mit Nahrung gefüllt, während die Kurve, welche die

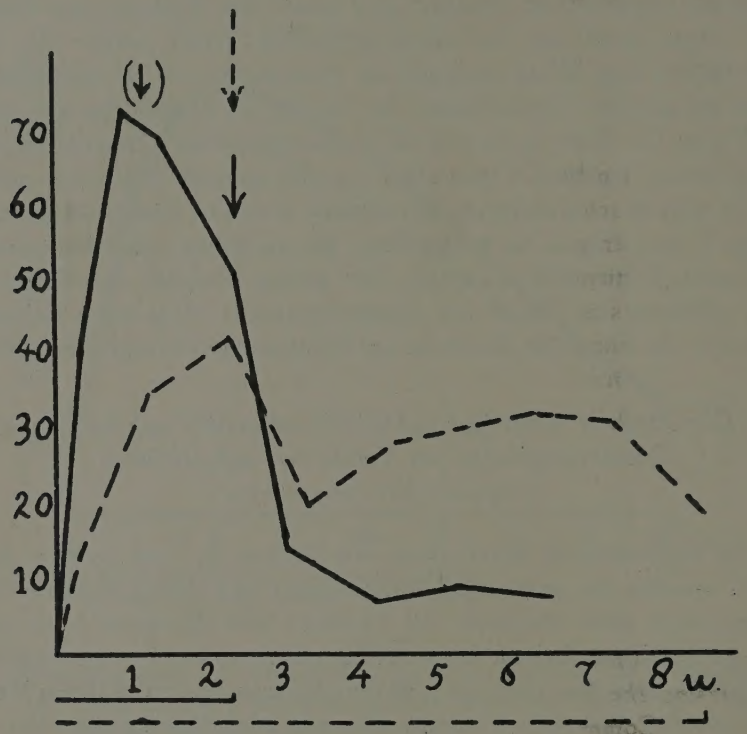


Fig. 3

——— Katze nach Durchschneidung der sympathischen Innervation.

– – – Dasselbe Tier nachdem auch noch einseitig das Labyrinth entfernt war.

(↓) Ganz geringe Füllung des Coecums.

↓ Deutliche Füllung des Coecums.

Gesamtlänge der Dünndarmschatten angibt (– – – –) dieselbe typische Aenderung zeigt wie in Fig. 1 infolge Labyrinthexstirpation bei normalen Tieren. Nur im Anfang ist die Kurve in Fig. 3 steiler als in Fig. 1, wie ja auch zu erwarten ist nach Durchschneidung der hemmenden sympathischen Fasern. Aus obigem geht also hervor, dass Durchtrennung der sympathischen Fasern des Magen-Darmkanals den Einfluss einer Labyrinthexstirpation auf die Bewegungen desselben nicht aufhebt.

Wir verfügen noch über zwei andere derartige Versuche, haben jedoch nicht die Mittelwerte aus diesen drei Versuchen berechnet, da die Diagramme nach der Durchtrennung der sympathischen Fasern individuell ziemlich verschieden sind. Auf diese Tatsache möge in einer folgenden Mitteilung näher eingegangen werden.

In allen drei Versuchen hat aber die Labyrinthexstirpation eine starke

Verzögerung der Magenentleerung, eine Verspätung der Dickdarmfüllung und eine typische Aenderung der Kurven, welche die Gesamtlänge der Dünndarmschatten angeben, zur Folge gehabt, so dass im Prinzip genau dasselbe gefunden wurde, wie nach Labyrinthexstirpation bei normalen Tieren.

Zusammenfassung.

Der Reflexbogen für die Störungen der Bewegungen des Magen-Darmkanals, welche nach Labyrinthexstirpation bei Katzen auftreten, verläuft hauptsächlich oder ganz über die Nn. vagi; werden beide Nn. vagi vor der Labyrinthexstirpation durchschnitten, so übt letztere keinen deutlichen Einfluss mehr aus auf die Magen-Darmbewegungen.

Eine Ausschaltung der sympathischen Innervation vom Magen bis zum Coecum durch Durchschneidung der postganglionären Fasern auf ihren Verlauf, hebt den Einfluss der Labyrinthexstirpation nicht auf.

Physics. — *On the jump in the expansion coefficient of liquid helium in passing the lambda-point.* By W. H. KEESOM. Supplement No. 75a to the Communications from the KAMERLINGH ONNES Laboratory at Leiden.

(Communicated at the meeting of February 25, 1933.)

Summary. A relation is derived between the inclination of the lambda-curve in the p,T-diagram, the jump in the specific heat, and the jump in the expansion coefficient. This relation is used to calculate the expansion coefficient of liquid helium II at 2.19° K. The value obtained is in harmony with the results obtained by KAMERLINGH ONNES and BOKS in their measurements on the density of liquid helium.

§ 1. *Introduction.* In the measurements on the anomaly in the specific heat of liquid helium under its saturated vapour pressure, made in collaboration with Miss A. P. KEESOM[1]), it appeared that in the after-period the galvanometer in the measurements above 2.19° K. had quite a different course from those below 2.19° K.: comp. Fig. 1 of Comm. No. 221*d*. The explanation which readily presents itself for this phenomenon is the following.

---

1) W. H. KEESOM and Miss A. P. KEESOM. These Proceedings **35**, 736, 1932. Comm. Leiden No. **221***d*.

The liquid helium in those experiments was heated from above, cf. Comm. No. 219*e* § 2[1]). According to the measurements made by KAMERLINGH ONNES and BOKS [2]) below 2.19° K. [3]) the expansion coefficient of liquid helium is negative. As a consequence the upper layers, which are heated first, become heavier, so that convection currents arise, which promote a rapid temperature exchange in the liquid. Above 2.19° K., according to the same measurements, the expansion coefficient of liquid helium is positive, so that temperature exchange goes on much more slowly then.

However, in Comm. No. 221*d*, this explanation was not accepted because a thermodynamical reasoning seemed to lead to the conclusion that the density maximum of liquid helium could not coincide exactly with the jump in the specific heat. During a discussion with my colleague Prof. EHRENFEST it became evident that in the thermodynamical deduction alluded to a sign had been taken erroneously. If this is corrected the objection just mentioned does not exist, so that the explanation given above becomes valid. The explanation given as an alternative in Comm. No. 221*d* then becomes superfluous.

The thermodynamical considerations alluded to lead to an interesting confirmation of the way in which KAMERLINGH ONNES and BOKS presented the results of their measurements on the changes in density of liquid helium in this domain. Moreover the relations deduced may be useful in the discussion of the results of an experimental survey of the isochores of liquid helium to be published before long. So they may be communicated in this paper.

§ 2. To begin with it should be remembered that the question whether the change in the specific heat of liquid helium, when it passes from the condition II to the condition I — either under its saturated vapour pressure or at constant volume or pressure — occurs abruptly or in a small temperature interval, is still an open one. Further experiments on this point are being prepared. So far it has appeared that in each case this temperature interval is very small, under the saturated vapour pressure certainly smaller than 0.02 degree, very probably smaller than some few thousandths of a degree.

In the meantime, for considering the changes which several quantities undergo in passing the lambda-point or the lambda-interval, it will be convenient, and admissible in connection with the accuracy reached in the experiments, to treat the change in the specific heat and the related changes in other quantities as discontinuities. It is in this sense that,

---

[1]) W. H. KEESOM and K. CLUSIUS. These Proceedings **35**, 307, 1932. Comm. Leiden No. 219*e*.

[2]) H. KAMERLINGH ONNES and J. D. A. BOKS. Rep. and Comm. Fourth International Congress of Refrigeration, London, 1924. Comm. Leiden No. 170*b*.

[3]) Temperature corrected to the 1932-scale, cf. Rapports et Communications VIe Congrès International du Froid, Buenos Aires. 1932. Comm. Leiden Suppl. No. 71*d*.

in harmony with Comm. No. 221*d* § 4*b*, we speak of the lambda-point, corresponding to the temperature at which this discontinuity (at a definite pressure, or under the saturated vapour pressure) occurs, and of the lambda-curve as the locus of the lambda-points, e.g. in a p,T-diagram.

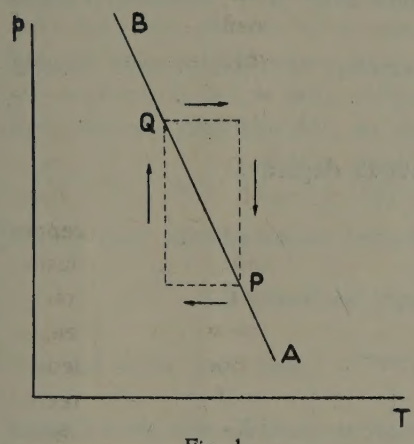


Fig. 1.

§ 3. *Deduction of a relation between the jump in the specific heat and the jump in the expansion coefficient.* Let AB in Fig. 1 be the lambda-curve, PQ an element of it. In going round a small rectangle as indicated by the arrows the total change in entropy must be $= 0$. This gives, considering that there is no latent heat in passing the lambda-curve:

$$\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_{p_{II}} dT + \left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_{T_{II}} dp - \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_{p_I} dT - \left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_{T_I} dp = 0.$$

From $\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_p = \frac{c_p}{T}$, $\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T = -\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$ follows:

$$\left(\frac{dp}{dT}\right)_\lambda = \frac{c_{p_{II}} - c_{p_I}}{T\left\{\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_{p_{II}} - \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_{p_I}\right\}} \quad \ldots\ldots (1)$$

In this equation $(dp/dT)_\lambda$ means the value of that differential quotient taken for the lambda-curve. In introducing the relative expansion coefficient $\alpha = \frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$ we may write:

$$\left(\frac{dp}{dT}\right)_\lambda = \frac{\Delta c_p}{Tv \,.\, \Delta \alpha} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

§ 4. Equation (2) enables us to calculate the jump in the expansion coefficient from the inclination of the lambda-curve in the p,T-diagram and the jump in the specific heat. For doing so we take, at $T = 2.19$: $(dp/dT)_\lambda = -80.8$ atm./degree $= -81.9 \times 10^6$ dynes/cm^2 degree from the measurements of KEESOM and CLUSIUS [1]),

[1]) W. H. KEESOM and K. CLUSIUS. These Proceedings **34**, 605, 1931. Comm. Leiden No. 216*b*.

$\triangle c_p = c_{p_{II}} - c_{p_I} = 1.9$ cal/g. degree $= 7.95 \times 10^7$ erg/g. degree from the measurements of W. H. KEESOM and Miss A. P. KEESOM, Comm. No. 221*d*,

$1/v = 0.1462$ cm^{-3} from the measurements of KAMERLINGH ONNES and BOKS, Comm. No. 170*b*. We find

$$\triangle \alpha = \alpha_{II} - \alpha_I = -0.0648 \text{ degree}^{-1}.$$

If further we derive from the last mentioned measurements

$$\alpha_I = 0.0222 \text{ degree}^{-1}, \text{ we find}$$

$$\alpha_{II} = -0.0426 \text{ degree}^{-1}.$$

Fig. 2 represents the results of the measurements of KAMERLINGH ONNES and BOKS on the density of liquid helium for the temperatures ranging from 1.8 to 2.5° K. ⊙ are the measured values. They are united by a curve which consists of two branches, which meet at the lambda-point under a finite angle, and are relative to helium *I* and helium *II* respectively. By *obs* the tangent to the curve uniting the measured points for *He I* is indicated. The tangent to the helium *II* branch, indicated by *calc* has been drawn according to the value of α_{II} we calculated above.

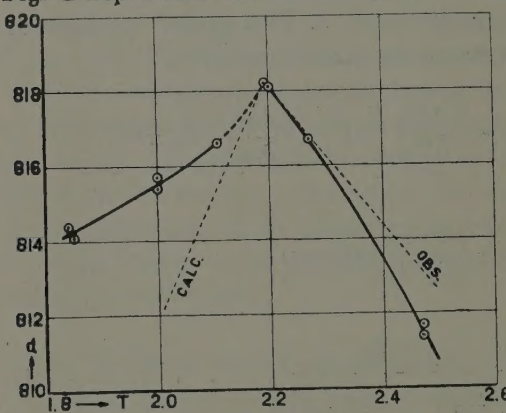


Fig. 2.

Fig. 2 shows that this value is very well in harmony with the results obtained by KAMERLINGH ONNES and BOKS.

There is now every reason to presume that Fig. 2 gives a better representation of the density of liquid helium as a function of temperature than Fig. 1 of Comm. N°. 190*b* [1]) did. Instead of a jump in the density supposed there as possible, a jump in the expansion coefficient alone remains as the only singularity in the density-temperature curve.

§ 5. In the calculation given in § 4 we, without justification, took the values of c and α, which are valid for the liquid under its saturated vapour pressure, instead of c_p and $\alpha_p = \frac{1}{v}(\partial v/\partial T)_p$. The justification can be given as follows.

[1]) These Proceedings 31, 90, 1928.

Let the index s indicate that a quantity is to be taken for the liquid under its saturated vapour pressure p_s.

As from the absence of a transformation heat $He\,II \rightarrow He\,I$ [1]) follows that at the lambda-point there is no jump in the vaporisation heat [2]), and as there is not a jump either in the volume of the liquid (§ 4), we may conclude that $(dp/dT)_s$ at the lambda-point has one single value [3]).

From $c_s = c_p - T\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p \left(\frac{dp}{dT}\right)_s$ in connection with equation (1), it follows that

$$(\triangle c_p - \triangle c_s)\,(dp/dT)_\lambda = \triangle c_p \,.\, (dp/dT)_s \,. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

In the same way from

$$\left(\frac{dv}{dT}\right)_s = \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_s + \left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T \left(\frac{dp}{dT}\right)_s$$

in connection with the relation [4])

$$\left(\frac{dp}{dT}\right)_\lambda = -\frac{\triangle \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p}{\triangle \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_T}$$

it follows that:

$$(\triangle \alpha_p - \triangle \alpha_s)\,(dp/dT)_\lambda = \triangle \alpha_p \,.\, (dp/dT)_s \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

As [5]) $(dp/dT)_s = 0.13$ atm/degree against $(dp/dT)_\lambda = -80.8$ atm/degree (§ 4), according to equation (3) and (4) $\triangle c_s$ can be taken for $\triangle c_p$, and $\triangle \alpha_s$ for $\triangle \alpha_p$, for the accuracy intended in § 4.

Moreover it follows from (3) and (4), that equation (2) remains exact if we change $\triangle c_p$ into $\triangle c_s$ and take $\triangle \alpha_s$ for $\triangle \alpha$.

§ 6. The equations (3) and (4) of § 5 can be derived as special cases from a more general relation.

G may be a function of p and T which suffers along a λ-curve

---

[1]) W. H. KEESOM and K. CLUSIUS. These Proceedings **35**, 307, 1932. Comm. Leiden No. 219*e* § 8*b*.

[2]) Cf. Rapports et Communications VIe Congrès International du Froid, Buenos Aires, 1932, No. 9 § 3*b*. Comm. Leiden Suppl. No. 71*e* § 1,

[3]) Cf. Rapp. et Comm. etc. No. 4 § 3. Comm. Leiden Suppl. No. 71*d* § 3.

[4]) For the proof of this relation see P. EHRENFEST, Proceedings of this meeting. Comm. Leiden Suppl. No. 75*b*. The relation can also be deduced in the way as was done for equation (1) in § 3, considering that there is not a jump in v in passing the lambda-curve.

[5]) Comp. Rapp. et Comm. etc. No. 4 Table II. Comm. Leiden Suppl. No. 71*d* Table I.

(Fig. 3) a discontinuity of the second order [1]), so that along that curve

$$G_{II} - G_I \equiv \Delta G = 0, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

whereas the differential coefficients of G make a jump.

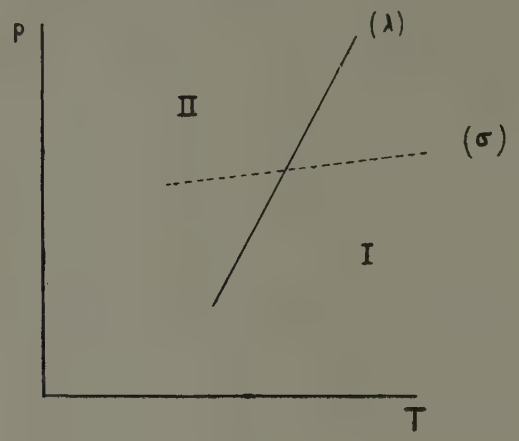


Fig. 3

Let (σ) be a continuous line intersecting the λ-curve.

From $\left(\frac{dG}{dT}\right)_\sigma = \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p + \left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_T \cdot \left(\frac{dp}{dT}\right)_\sigma$ follows

$$\Delta\left(\frac{dG}{dT}\right)_\sigma = \Delta\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p + \Delta\left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_T \cdot \left(\frac{dp}{dT}\right)_\sigma .$$

If we let (σ) coincide with (λ), it follows from (5):

$$0 = \Delta\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p + \Delta\left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_T \cdot \left(\frac{dp}{dT}\right)_\lambda .$$

From these two equations we derive:

$$\left\{ \Delta\left(\frac{dG}{dT}\right)_\sigma - \Delta\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p \right\} \cdot \left(\frac{dp}{dT}\right)_\lambda + \Delta\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p \cdot \left(\frac{dp}{dT}\right)_\sigma = 0 \quad . \quad (6)$$

By taking for (σ) an element (s) of the saturated vapour pressure curve, and choosing $G = S$, or $= v$ respectively, the equations (3), or (4) respectively, follow.

---

[1]) Cf. P. EHRENFEST. Proceedings of this meeting. Comm. Leiden Suppl. N°. 75*b*.

Physics. — *Phasenumwandlungen im ueblichen und erweiterten Sinn, classifiziert nach den entsprechenden Singularitaeten des thermodynamischen Potentiales.* Von P. EHRENFEST. Supplement N°. 75*b* zu den Mitteilungen aus dem KAMERLINGH ONNES-Institut, Leiden.

(Communicated at the meeting of February 25, 1933.)

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Messungen von KEESOM und seinen Mitarbeitern ueber den charakteristischen Verlauf der spezifischen Waerme des fluessigen Heliums und auch der Supraleiter legen es nahe, eine bestimmte Verallgemeinerung des Begriffes der Phasenumwandlung zu discutieren. Discontinuitaetscurven verschieden hoher Ordnung auf der Flaeche des thermodynamischen Potentiales werden zu Uebergangscurven fuer die "Umwandlungen erster, zweiter und hoeherer Ordnung zwischen zwei Phasen". Bei den ueblichen Umwandlungen erster Ordnung ergibt sich zwischen den Spruengen der ersten Differentialquotienten des thermodynamischen Potentiales, also zwischen $S''-S'$ und $v''-v'$ die Gleichung von Clapeyron. Bei denen der zweiten Ordnung dazu anologe Gleichungen zwischen den Spruengen der spezifischen Waerme und den Spruengen von $\frac{\partial v}{\partial T}$ und $\frac{\partial v}{\partial p}$.

Die durch KEESOM mit seinen Mitarbeitern [1]) entdeckte, innerhalb der bis jetzt experimentell erreichten Genauigkeit als Discontinuitaet anzusprechende Anomalie im Verlauf der spezifischen Waerme des fluessigen Heliums und die durch ihn mit CLUSIUS [2]) studierte Druck-Verschiebung dieses "Lamda-Punktes" laengs einer "Lamda-Punkt-Curve" in der p,T Ebene rechtfertigt es durchaus diese Curve als eine Uebergangscurve zwischen zwei Modificationen des fluessigen Heliums: He_I und He_{II} anzusehen, also eine *p,T-Umwandlungscurve zwischen zwei (fluessigen) Phasen.* — In diese Auffassungsweise passt es auch, dass KEESOM [3]) durch einen Kreisprozess eine Beziehung zwischen dem Sprung der spezifischen Waerme einerseits und dem Sprung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten anderseits ableiten und befriedigende Uebereinstimmung mit den Messungen nachweisen konnte.

Gerade diese suggestieve *Aehnlichkeit* mit einer Phasenumwandlung macht es umso interessanter auch die characteristische *Unaehnlichkeit* naeher zu betrachten: naemlich das Fehlen einer Entropiedifferenz (Umwandlungswaerme) und einer Volumdifferenz zwischen diesen beiden Phasen.

---

[1]) W. H. KEESOM und K. CLUSIUS. These Proceedings **35**, 307, 1932. Comm. Leiden N°. 219*e*. W. H. KEESOM and Miss A. P. KEESOM. These Proceedings **35**, 736, 1932. Comm. Leiden N°. 221*d*.

[2]) W. H. KEESOM und K. CLUSIUS. These Proceedings **34**, 605, 1931. Comm. Leiden N°. 216*b*.

[3]) Proceedings of this meeting. Comm. Leiden Suppl. N°. 75*a*.

In der fuer mich sehr lehrreichen Discussion, in der KEESOM meine Aufmerksamkeit auf diese Vorkommnisse lenkte wurde sichtbar, dass man besonders bequem in der Sprache des thermodynamischen Potentiales der Zetafunction $Z(T,p)$ die eigenthuemliche *Erweiterung des Begriffes Phasenumwandlung* formulieren kann, die durch die Entdeckung der Lamda-Punkt-Curve nahegelegt wird. Der Aufforderung Herrn KEESOMs die betreffenden Bemerkungen zu publizieren glaube ich folgen zu duerfen, weil wahrscheinlich auch fuer das Verhalten der Supraleiter bei der Sprungtemperatur und der Ferromagnetika bei der Curietemperatur eine analoge Art von Formulierung sich als bequem erweisen wird.

§ 1. *Singulaere Curven verschieden hoher Ordnung auf der $Z(T,p)$-Flaeche.* Es sei zunaechst an folgende Formeln erinnert:

$$\frac{\partial Z}{\partial T} = -S. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

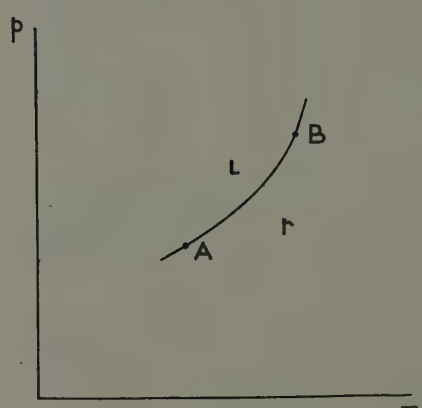
$$\frac{\partial Z}{\partial p} = v \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 Z}{\partial T^2} = -\frac{\partial S}{\partial T} = -\frac{C}{T} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 Z}{\partial p^2} = \frac{\partial v}{\partial p} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 Z}{\partial T \partial p} = -\frac{\partial S}{\partial p} = \frac{\partial v}{\partial T} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

wo $Z\ (T\ ,\ p)$ das thermodynamische Potential, S die Entropie, c die spezifische Waerme bei constantem p ist. Im allgemeinen verlaeuft $Z(T,p)$ mit allen niedrigen Differentialquotienten stetig. Doch sei nun ein Stueck einer „Umwandlungs-Curve" in der p, T-Ebene betrachtet, an der naeher zu besprechende Discontinuitaeten vorliegen.



Jedenfalls koennen wir einen Sprung von Z selber ausser Betracht lassen. Das heisst jedenfalls soll laengs der ganzen Uebergangscurve A, B gelten:

$$Z_r - Z_1 \equiv ((Z)) = 0 \quad \ldots \quad (I)$$

denn ein Sprung von Z wuerde ja wegen 1, 2 ein unendlichwerden von Volumen und Entropie bedeuten.

Hingegen wird man wohl zulassen, dass:

$$\left(\frac{\partial Z}{\partial T}\right)_r - \left(\frac{\partial Z}{\partial T}\right)_e = \left(\left(\frac{\partial Z}{\partial T}\right)\right) \neq 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

$$\left(\frac{\partial Z}{\partial p}\right)_r - \left(\frac{\partial Z}{\partial p}\right)_e = \left(\left(\frac{\partial Z}{\partial p}\right)\right) \neq 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

d. h. dass die $Z(T, p)$ — Flaeche ueber der Curve A, B *geknickt* ist.

Diese *"Discontinuitaet erster Ordnung"* liegt bei den ueblichen Phasenumwandlungen vor, denn da ist ja (siehe 1, 2):

$$\left(\left(-\frac{\partial Z}{\partial T}\right)\right) = ((S)) = \frac{Q}{T} \quad (Q \text{ die Umwandlungswaerme}) \quad . \quad (7a)$$

$$\left(\left(\frac{\partial Z}{\partial p}\right)\right) = ((v)) = v_r - v_e \quad \left(\begin{array}{l}\text{Volumdifferenz der Masseneinheit} \\ \text{in den beiden Phasen)}\end{array}\right. \quad (8a)$$

Bei einer *Discontinuitaet zweiter Ordnung* soll dagegen gelten

$$(I)\ ((Z)) = 0 \qquad (II)\left(\left(\frac{\partial Z}{\partial T}\right)\right) = 0 \qquad (III)\left(\left(\frac{\partial Z}{\partial p}\right)\right) = 0$$

und nur erst:

$$\left(\left(\frac{\partial^2 Z}{\partial T^2}\right)\right) = -\frac{((c))}{T} \neq 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

$$\left(\left(\frac{\partial^2 Z}{\partial p^2}\right)\right) = \left(\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)\right) \neq 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

$$\left(\left(\frac{\partial^2 Z}{\partial T\, \partial p}\right)\right) = \left(\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)\right) = \left(\left(-\frac{\partial S}{\partial p}\right)\right) \neq 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

(vergl. 3, 4, 5). Die Relation (9) laesst sehen, dass gerade bei der KEESOMschen Lamda-Punkt-Curve, an der ja die spezifische Waerme diskontinu ist, aber $Q = O$ und $((v)) = O$ bleibt, solch eine Discontinuitaet *zweiter* Ordnung vorliegt.

§ 2. *Die Gleichung von* CLAPEYRON *und die analogen Beziehungen im Falle von Phasen-Umwandlungen hoeherer Ordnung.* Wenn von irgend einer Groesse G feststeht, dass sie an der "Umwandlungscurve" A, B *keinen* Sprung aufweist, dass also entlang der ganzen Curve gilt:

$$((G)) = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A)$$

so folgt daraus:

$$Dp \cdot \left(\left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)\right) + DT \cdot \left(\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)\right) = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (B)$$

oder auch:

$$\frac{Dp}{DT} = -\frac{\left(\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)\right)}{\left(\left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)\right)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (C)$$

wo die gross geschriebenen Dp, DT ein Fortschreiten entlang der Umwandlungscurve bezeichnen sollen. Somit folgt aus (I) wegen (C, 7a, 8a)

$$\frac{Dp}{DT} = \frac{Q}{T(v_r - v_e)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (D)$$

Im Fall einer Discontinuitaet *erster* Ordnung ist das die Gleichung von CLAPEYRON. Im Fall einer Discontinuitaet *zweiter* Ordnung entartet aber die rechte Seite in 0/0. — Dagegen gilt wegen (II) und (III) dass: laengs der ganzen Umwandlungscurve A, B:

$$(II')\ ((S)) = 0 \qquad (III')\ ((v)) = 0$$

dass also die Groessen S und v hier das Verhalten (A) zeigen. Somit hat man hier wegen (C):

$$\frac{Dp}{DT} = -\frac{\left(\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)\right)}{\left(\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)\right)} = \frac{((c))}{T\left(\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)\right)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (E)$$

$$\frac{Dp}{DT} = -\frac{\left(\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)\right)}{\left(\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)\right)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (F)$$

(vergl. naemlich 3, 5). (E) ist die durch KEESOM l.c. abgeleitete und experimentell gepruefte Beziehung. Aus (E) und (F) folgt noch:

$$((c)) = -T\frac{\left(\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)\right)^2}{\left(\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)\right)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (G)$$

§ 3. *Einzelne Bemerkungen:*

a. Unsere Ueberlegung beschaeftigt sich ausschliesslich mit dem Vor-

kommen von *Discontinuitaeten* in der spezifischen Waerme[1]), lässt aber unbesprochen das eventuelle Auftreten von den "BUCKELN"[2]) in ihrem Verlauf, die man als so etwas, wie eine unscharfe Phasenumwandlung behandeln will.

b. Obwohl wir es fuer zweckmaessig halten auch bei Discontinuitaeten zweiter Ordnung von einer "Umwandlung einer Phase in eine andere" zu sprechen, scheint hier nicht moeglich zu sein, die beiden Phasen "raeumlich nebeneinander" im Gleichgewicht miteinander zu haben. Ich wuerde sehr wuenschen diesen characteristischen Unterschied gegenueber der "gewoehnlichen" Phasenumwandlung besser formulieren und durchschauen zu koennen!

c. Hier fuehlt man besonders gut die Verwandtschaft mit der Umwandlung in den Supraleitenden Zustand und in den ferromagnetischen Zustand. Uebrigens scheint im letzteren Fall keine t, H-Discontinuitaets-Curve in Betracht zu kommen sondern nur ein Punkt: $H=O$, $T=T_c$

d. Beim Suchen nach der *wesentlichen* kinetischen Interpretation der obenbesprochenen Discontinuitaeten gelangt man zur *Vermutung*, dass sie an folgendes Vorkommnis gebunden ist: Die Verteilung der Hyperflaechen constanter Totalenergie im "*Gamma*-Phasen-Raum" des Systems muss derartig sein, dass das durch consecutieve Energieflaechen umschlossene Volumen $V(E)$ fuer einen bestimmten Energiewert E_o einen abnormal hohen Wert von dV/dE aufweist.

Nachtrag bei Correctur. — Dr. A. J. RUTGERS machte in einer Discussion betreffs der Anwendung auf Supraleiter noch folgende Bemerkung: Ersetzt man in (E) und (F) die Grössen p und v durch die magnetische Feldstärke und die Magnetisation und multipliziert man die entstehenden Gleichungen mit einander, so erhält man eine Relation zwischen: *Einerseits* DH/DT, der Verschiebung der Sprungtemperatur mit dem angelegten Feld (siehe die untersuchungen von W. J. DE HAAS und seinen Mitarbeitern) und *anderseits* dem Sprung der spezifischen Wärme beim Sprungpunkt (siehe die Untersuchungen von W. H. KEESOM und seinen Mitarbeitern). Für Zinn scheint sich gute Übereinstimmung zu ergeben. Dr. P. M. VAN ALPHEN weist ergänzend darauf hin, dass die sehr grossen Werte von DH/DT bei gewissen Legierungen (z. B. bei $Bi_5\ Tl_3$ — siehe J. VOOGD Leidner Dissert. 1931) besonders hohe c-Sprünge erwarten lassen! Dr. RUTGERS hofft an anderer Stelle ausführlicher über alles das zu berichten, sobald gewisse Zweifel über die exacte Bedeutung der zu $\partial v/\partial p$ analogen Groesse aufgeklärt sein werden.

---

[1]) Ob man annäherungsweise z.B. auch die von F. SIMON, Ann. d. Phys. (4) 68, 241, 1922, zuerst entdeckten Anomalien in diesem Sinne idealisieren konnte. vermag ich nicht zu beurteilen.

[2]) F. SIMON. Berlin Sitz. Ber. 1926, S. 477.

Physics. — *The paramagnetic saturation of potassium chromic alum.* By C. J. GORTER, W. J. DE HAAS and J. VAN DEN HANDEL. (Communication No. 222*d* from the KAMERLINGH ONNES Laboratory Leiden.)

(Communicated at the meeting of February 25, 1933.)

§ 1. *Introduction.* Since 1923, when WOLTJER and KAMERLINGH ONNES [1]) made their well-known experiments on the paramagnetic saturation of gadoliniumsulphateoctahydrate, no further direct researches have been performed [2]) on typical paramagnetic saturation-curves.

It is true, that WOLTJER and KAMERLINGH ONNES [3]) also observed the field-dependent susceptibility of $CrCl_3$, $CoCl_2$ and $NiCl_2$ in the temperature-region of liquid helium. At higher temperatures, however, the susceptibilities of these anhydrous salts show large deviations from the law of CURIE, while at low temperatures they depend only feebly upon the temperature. Moreover for $CoCl_2$ and $NiCl_2$ the observed magnetisation-curves are concave instead of convex. In the cases of these anhydrous salts, we have therefore evidently to do with complicated phenomena. These phenomena can in no case be explained as being due to free magnetic dipoles, which can be directed by an external field alone.

On the other hand BECQUEREL and one of us [4]) developed an indirect optical method to observe saturationcurves, based upon the rotation of the plane of polarisation of a polarised light beam by directed magnetic ions. Although interesting results have been obtained by this method, which works much quicker than the more cumbersome direct magnetic methods, it was desirable to take up again the latter as the optical method is not applicable to all ions and because it seemed useful to compare the methods for cases, in which they both can be applied.

Nowadays measurements of the saturationcurve of powders seem of no great use, unless we have good reasons to suppose the substance to be magnetically isotropic. Fortunately this happens to be the case for gadoliniumsulphate, as the basic level of Gd^{+++} is an S-term, so that in first

---

[1]) H. R. WOLTJER and H. KAMERLINGH ONNES. Comm. Leiden N°. 167*c*.

[2]) P. KAPITZA, Proc. Roy. Soc. London (A) **131**, 224, 1931 also observed the beginning of this saturation curve in the temperature region of liquid nitrogen, with the aid of his high fields of short duration.

[3]) H. R. WOLTJER and H. KAMERLINGH ONNES, Comm. Leiden 173*c*.

[4]) JEAN BECQUEREL and W. J. DE HAAS. Comm. Leiden 193*a*, 199*a*, 199*b*, 204*a*, 211*b*, 211*c*.

JEAN BECQUEREL, W. J. DE HAAS and J. VAN DEN HANDEL. Comm. Leiden 218*a*.

approximation the neighbouring atoms[1]) have no influence upon the orientation of the resulting spin moment; this is especially applicable to a case of high paramagnetic dilution and a large content of crystal-water[2]). This conclusion is supported by an observation of JACKSON and KAMERLINGH ONNES[3]), who with a very sensitive arrangement could not detect any magnetic anisotropy of a crystal of gadoliniumaethylsulphate at room temperature or at the temperatures of liquid hydrogen.

Chromic alum is cubic and, according to the theory of BOSE-STONER[4]) its magnetism must also be ascribed to electronic spins[5]), so that it seems reasonable to suppose that there is also magnetic isotropy.

We intended however to use the new cryostat, we had to construct, especially for measurements of the saturation-curves of crystals.

In a previous research two of us found[6]), that chromic alum shows a slight deviation only from the law of CURIE down to $T = 14°$, and the magnetonnumber agreed well with the theory of BOSE-STONER. It seemed worth while to find out whether the saturationcurve in the temperature-region of liquid helium is also in agreement with that theory, which predicts marked deviations from the classical LANGEVIN-curve. The substance was very useful for such a research, as, owing to the high paramagnetic dilution, the uncertain correction for demagnetisation and the influence of the LORENTZ-polarisation are small.

§ 2. *Apparatus.* It is chiefly for practical reasons that since 1925 no further susceptibility-measurements have been performed in liquid helium. At that time the cryostat, which was of the type, introduced by KAMERLINGH ONNES and PERRIER[7]), was mounted near the heliumliquefier, with which it was connected by the filling-tube; and the large Weiss-magnet was installed also immediately near the liquefier. Owing to the enlargement of the installations, the space formerly occupied by the magnet is no more available; the magnet would also disturb other measurements.

So we had to construct a transportable cryostat, which we could connect with the liquefier, fill, and then transport to the measuring-room.

In fig. 1 a drawing of the cryostat is given.

The method of KAMERLINGH ONNES and PERRIER, in which the sub-

---

[1]) $Gd_2(SO_4)_3 . 8 H_2O$ is monoclinic.

[2]) It might be very interesting to perform measurements on anhydrous Gd-salts.

[3]) L. C. JACKSON and H. KAMERLINGH ONNES. Comm. Leiden 168*b*. Proc. Roy. Soc. A, 104. 671, 1924.

[4]) D. M. BOSE, Zs. f. Phys. **43**, 864, 1927.
E. C. STONER, Phil. Mag. **8**, 250, 1929.
See also W. J. DE HAAS and C. J. GORTER, These Proc. **33**, 1101, 1931. Comm. Leiden 210*d*, and J. H. VAN VLECK, Phys. Rev. **37**, 467, 1931.

[5]) See also W. SUCKSMITH, Proc. Roy. Soc. A 133, 179, 1931.

[6]) W. J. DE HAAS and C. J. GORTER. These Proc. **33**. 676, 1930. Comm. Leiden 208*c*.

[7]) H. KAMERLINGH ONNES and A. PERRIER. Comm. Leiden 122*a*.

stance is suspended by a mercury-areometer, was not suitable for our purpose, as the use of mercury in a transportable cryostat is not recommendable and as the accuracy and reproducibility of the apparatus is

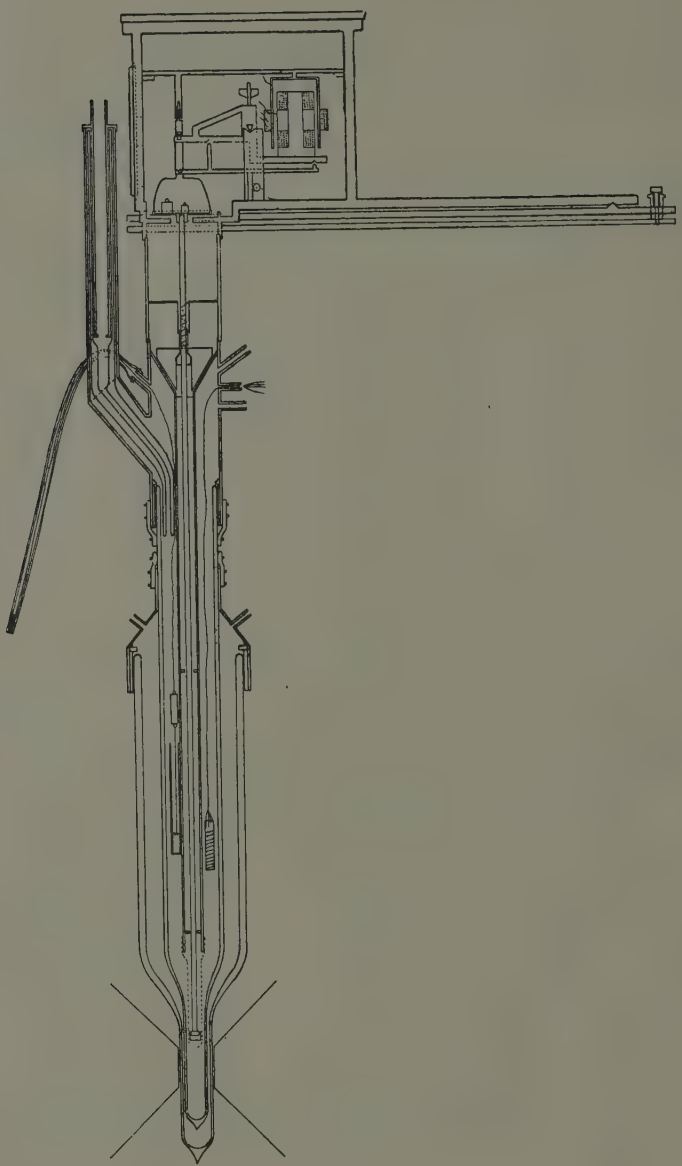


Fig. 1

reduced by the introduction of the well-known flat springs, necessary to prevent horizontal displacements.

So we suspended the substance by a balance, a method, which is in use in this laboratory for measurements on diamagnetism during some years

already[1]). At the other end of the cross-beam we fixed two coils, switched oppositely, with an interspace of 15 mm. They were surrounded by a coaxial fixed coil, of only 20 mm height. The force was proportional with the square of the current and amounted to 1.9 g for a current of 0.5 A. When the coils were switched in series it acted upon the movable coils in the direction of the axis. It was independent of the field of the large magnet.

As this arrangement is very sensitive for small relative displacements of the coils, we did not suspend the movable coil by a knife, but fixed it to the cross-beam. In fact this has the disadvantage of reducing the sensitivity of the balance and can be the cause that the sensitivity becomes a function of the current.

With the aid of a small mirror, attached to the cross-beam, and of a telescope and a scale the zero-point of the balance could always be repaired.

The carrier, consisting of a quarz rod was fixed to the bottom of a small scale, upon which weights could be placed to adjust roughly the zero-point of the balance. The rod moved inside a German silver tube, which was provided with several circular screens and prolonged into the vacuumglass by a copper tube.

For measurements at higher temperatures is useful to close the tube at the bottom by soldering a cupule round the substance, and to fill the tube with hydrogen gas. But in order to be certain of the temperature in the regions of liquid helium and hydrogen it is preferable to remove the cupule, so that the substance is surrounded by the boiling liquid, at least when the forces are large enough.

The small quarz vessel, which contained the substance was scealed with a very small quantity of Dekhotinskycement to the quarz rod. A weight fixed to the carrier at the point, where the German silver tube narrows, kept the rod in a vertical position. We made use of two coaxial vacuum glasses which may contain two different liquids (e.g. hydrogen and helium).

The substance and cryostat can be adjusted with regard to the magnet and the telescope and scale, the balance may be arrested and then the cryostat can be transported to the liquefier. The exact place is afterwards easily reproduced, as the cryostat is mounted on three points fitting into conical holes in the ground-plate of the balance.

§ 3. *Material, Method and Calculations.* We measured two samples of MERCK's potassium chromic alum, "for analysis", which was also used in our previous measurements at higher temperatures. The samples weighed 55 mg and 49.5 mg resp. Seven years ago the magnet was ballistically calibrated by WOLTJER[2]) with great care. But as the values for dH/dz

[1]) W. J. DE HAAS and P. M. VAN ALPHEN, These Proc. **33**, 1106, 1930. Comm. Leiden N°. 212*a*.

[2]) H. R. WOLTJER, Comm. Leiden 167*b*.

seemed to be no longer very thrustworthy, we preferred to measure only the ratio of the forces exerted on the substance to those exerted at the temperatures of liquid hydrogen for the same currents in the magnet. We then assumed for the susceptibilities in that temperature-region, the values found previously by the "rod-method" in a smaller magnet.

In the hydrogen region, the susceptibility is quite independent of the intensity of the field. We supposed this to be also the case for the lowest fields at the boiling point of helium (as at the hydrogene-temperatures the forces in these fields were too small to rely upon). It may be said that we determined thus directly $H\frac{dH}{dz}$.

For the fieldstrengths themselves, we took the values found by WOLTJER for the different currents (the uncertainty of the calibration lies in dH/dz).

We also determined the correction for the carrier and the empty vessel. This correction proved to be negligible in the region of liquid helium and amounted to about 1 % in the region of liquid hydrogen. At the lower fieldstrength the carrier was slightly paramagnetic, at the higher diamagnetic; this may be due to traces of ferromagnetic material.

We did not apply a correction for the demagnetising field, as WOLTJER and KAMERLINGH ONNES did. According to BREIT [1]) this correction amounts to $-\frac{4\pi}{3}\sigma_I\, d$, where σ_I is the magnetisation and d the density of the substance (not of the powder). As the field, due to the LORENTZ-polarisation [2]) amounts to $+\frac{4\pi}{3}\sigma\, d$, the two corrections cancel each other in first approximation, if we are not interested in the abstraction of the magnetic field, as it is usually defined, but in the mean field which really acts upon the individual magnetic ions. Moreover it must be remarked that neither of the two corrections is very well established. The demagnetisation-factor has only been proved to have the indicated form for some simple models, which certainly are not realised. The same applies to the LORENTZ-factor.

Fortunately the corrections amount to no more than about $2\frac{1}{2}$ % of the external field; this is due to the great paramagnetic dilution.

§ 4. *Results.* In Table I we give the results of the measurements, which have been performed on three different measuring-days; the measurements at the lowest temperature on the first day have been omitted, as stirring, which seems to be indispensable below the maximum of density of the helium was then impossible. On the whole the measurements on the first day appear to be less reliable than those on the other days.

---

[1]) G. BREIT, These Proc. **25**, 293, 1922. Comm. Leiden Suppl. 46.

[2]) See H. A. LORENTZ, Theory of Electrons.
C. J. GORTER, Arch. du Museé Teyler **7**, 183, 1932.

TABLE I.

T	H_e	$2\frac{\mu_B H_e}{RT}$	σ_g	$\frac{\sigma}{2\mu_B}$
1st Series.				
4.24	2770	0.087	2.07	0.094
4.24	5400	0.171	4.27	0.193
4.24	8050	0.254	6.37	0.289
4.24	10570	0.334	8.49	0.385
4.24	14260	0.450	11.45	0.519
4.23[5]	14260	0.451	11.43	0.518
4.23[5]	16840	0.532	13.37	0.606
4.23[5]	18080	0.573	14.07	0.637
4.23[5]	18640	0.588	14.46	0.655
4.23[5]	8050	0.254	6.48	0.294
4.23[5]	10570	0.334	8.48	0.384
4.23[5]	14260	0.451	11.40	0.517
4.23[5]	16840	0.532	13.39	0.607
4.23[5]	18640	0.588	14.46	0.655
3.05[5]	2770	0.121	3.10	0.141
3.05[5]	5400	0.237	5.99	0.271
3.05[5]	8050	0.353	8.78	0.398
3.05[5]	10570	0.463	11.31	0.513
3.06[5]	16840	0.735	17.08	0.774
3.06	18080	0.791	17.79	0.806
3.06	18640	0.815	18.23	0.826
3.06	8050	0.352	8.98	0.407
3.06[5]	16840	0.735	17.02	0.771
3.06[5]	18080	0.790	17.79	0,806
2.08	2770	0.178	4.49	0.203
2.08[5]	5400	0.347	8.84	0.401
2.08[5]	8050	0.517	12.37	0.561
2.08[5]	10570	0.678	15.45	0.700
2.08[5]	14260	0.915	19.46	0.882
2.08[5]	16840	1.081	22.77	1.032
2.08[5]	18640	1.196	23.17	1.050
2nd Series.				
4.27	14260	0.447	11.62	0.527
4.27	16840	0.528	13.36	0.605
4.27	18080	0.566	14.20	0.643
4.27	18640	0.584	14.56	0.660
4.27	8050	0.252	6.55	0.297
4.27	10570	0.331	8.65	0.392
4.27	14260	0.447	11.63	0.527
4.27	8050	0.252	6.49	0.294
4.27	10570	0.331	8.60	0.389
4.27	14260	0.447	11.62	0.527
4.27	14260	0.447	11.70	0.530
4.27	16840	0.528	13.39	0.607
4.27	18080	0.560	14.26	0.646
4.27	18640	0.584	14.64	0.663
1.55[5]	2770	0.238	5.21	0.285
1.56[5]	5400	0.462	10.96	0.497
1.56[5]	8050	0.688	15.64	0.709
1.57	10570	0.901	19.73	0.894
1.57	14260	1.216	24.29	1.107
1.57	14260	1.216	23.91	1.083
1.57[5]	16840	1.431	25.93	1.175
1.57	18080	1.541	26.70	1.209
1.57[5]	18640	1.584	27.14	1.230
1.57	14260	1.216	23.98	1.087
1.49	5400	0.485	11.50	0.521
1.48[5]	10570	0.952	20 35	0.922

TABLE I (*Continued*).

T	H_e	$2\frac{\mu_B H_e}{RT}$	σ_g	$\frac{\sigma}{2\mu_B}$	T	H_e	$2\frac{\mu_B H_e}{RT}$	σ_g	$\frac{\sigma}{2\mu_B}$
2nd Series (*Continued*).					3rd Series (*Continued*).				
1.48[5]	14260	1.286	24.76	1.122	2.01[5]	10570	0.701	17.81	0.807
1.49[5]	18640	1.669	27.87	1.262	2.02	14260	0.944	20.82	0.943
1.47	18130	1.646	27.73	1.256	2.02	16840	1.116	23.74	1.076
1.46[5]	16840	1.538	26.97	1.222	2.02	18640	1.236	24.40	1.105
1.39[5]	14260	1.374	25.61	1.160	1.49	14260	1.281	24.95	1.131
1.39	16840	1.621	27.43	1.243	1.49	16840	1.513	26.52	1.202
1.38	18080	1.753	28.30	1.282	1.49	18080	1.623	27.41	1.242
1.37[5]	18640	1.815	28.46	1.289	1.49	18640	1.676	27.11	1.230
1.36[5]	2270	0.272	6.15	0.279	1.49	14260	1.281	24.85	1.126
1.34	18640	1.860	28.70	1.300	1.48[5]	16840	1.518	27.26	1.235
					1.48	18080	1.635	27.17	1.231
3rd Series.					1.47[5]	18640	1.691	27.31	1.237
4.23[5]	14260	0.451	12.00	0.544	1.46	2270	0.254	5.72	0.298
4.23[5]	18640	0.590	14.80	0.671	1.45[5]	5400	0.497	11.87	0.587
2.00[5]	14260	0.952	20.97	0.950	1.45	8050	0.743	17.21	0.780
2.00[5]	16840	1.124	23.22	1.052	1.44[5]	10570	0.979	21.36	0.968
2.00[5]	18080	1.206	23.92	1.084	1.44	2770	0.258	5.57	0.292
2.00[5]	18640	1.243	24.13	1.093	1.43[5]	5400	0.503	12.17	0.597
2.01	2770	0.184	4.14	0.218	1.43	8050	0.754	17.47	0.792
2.01	5400	0.360	8.93	0.444	1.42	10570	0.996	22.37	1.014
2.01	8050	0.536	13.27	0.601	1.40[5]	18080	1.723	27.75	1.257
2.01	10570	0.704	17.58	0.797	1.34	18640	1.861	28.01	1.268
2.01	14260	0.948	20.90	.947	1.34	18080	1.806	27.72	1.256
2.01[5]	2770	0.184	4.20	0.222	1.34[5]	18640	1.855	28.02	1.269

In Fig. II we have plotted $\sigma/2\mu_B$ as a function of $\frac{2\mu_B}{R}\frac{H_e}{T}$, where H_e means the external field, not corrected for the demagnetising field, as has been pointed out in the preceding §, and σ, μ_B and R mean the magnetisation per gram ion, the BOHR-magneton and the gasconstant.

The two curves drawn are the theoretical curve according to the theory of BOSE-STONER, which assumes that only the resultant of three electronic spins per chromic ion can orientate itself under the influence of the external field, and the classical LANGEVIN-curve.

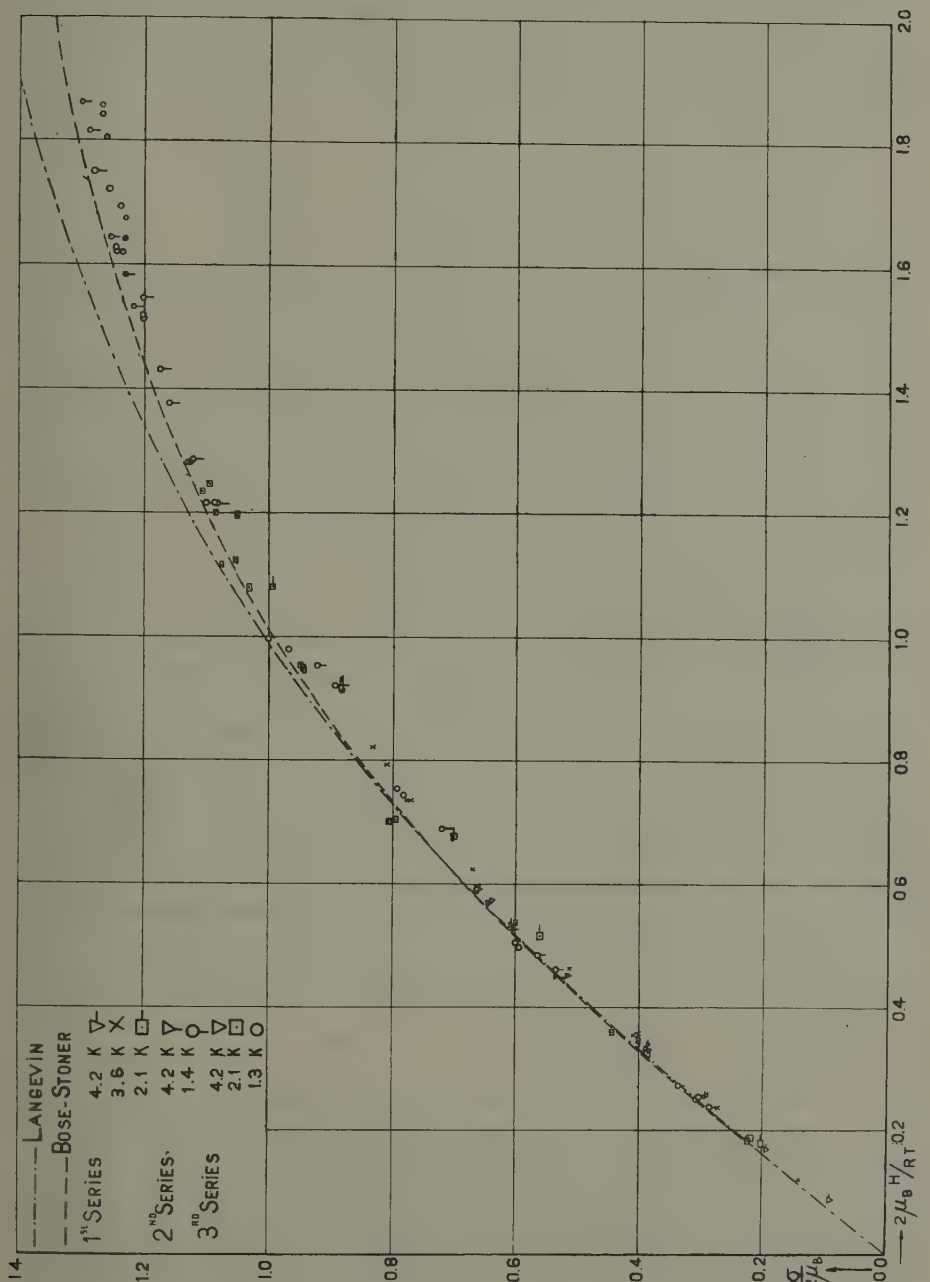


Fig. 2

The theoretical BOSE-STONER curve is given by[1]):

$$\sigma = \frac{3\mu_B e^{-\frac{3\mu_B He}{RT}} + \mu_B e^{-\frac{\mu_B He}{RT}} - \mu_B e^{+\frac{\mu_B He}{RT}} - 3\mu_B e^{+\frac{3\mu_B He}{RT}}}{e^{-\frac{3\mu_B He}{RT}} + e^{-\frac{\mu_B He}{RT}} + e^{+\frac{\mu_B He}{RT}} e + \frac{3\mu_B He}{RT}}$$

where $\mu_B = N \frac{e}{2mc} \frac{h}{2\pi}$ and $R = Nk = 8{,}314 . 10^7$, the LANGEVIN-curve by:

$$\sigma = coth\, a = \frac{1}{a}$$

where $a = \frac{\mu H_e}{RT} = 2{,}01 . 10^{-4} . \frac{H_e}{T}$.

μ has been derived from the measurements at the temperatures of liquid hydrogen, assuming that the law of CURIE is followed at these temperatures.

As the BOSE-STONER curve corresponds with a magnetonnumber of $p = 19.18$ Weiss-magnetons, while the LANGEVIN-curve has been drawn under the assumption, that $p = 19.07$, the two curves have not exactly the same tangent in the origin. And the saturation-values are nearer to each other than they would have been, if we had given identical tangents in the origin to the two curves.

§ 5. *Discussion.* As may be seen from Fig. II, the measurements can be represented as a function of H/T[2]), and the agreement with the theoretical curve of BOSE-STONER is rather satisfactory. Considering the reproducibility of the measurements, which appears to be about 1 %, and the incertainty in the corrections for demagnetisation and LORENTZ-polarisation, we could hardly expect a better agreement.

It cannot be denied, however, that the points are lying systematically below the theoretical curves. The difference may be 1.5 to 2 %. This difference can be explained in the following way: From the measurements at hydrogen temperatures we found $p = 19.07$, while the theoretical value is $p = 19.18$[3]). If we suppose, that an error in the absolute calibration of the fieldstrengths of our small magnet is the cause of this difference[4]), the

---

[1]) L. BRULLOUIN, J. de Phys. **8**, 74, 1927.
K. F. NIESSEN, Phys. Rev. **34**, 253, 1929.

[2]) In a previous research we concluded from the measurements at higher temperatures to the existence of a θ of 0.16°. From our present results may be concluded, that this does not apply for lower temperatures. It is probable that the discrepancy must be attributed to a small error in the evaluation of the correction for the empty tube and the carrier, which was rather important at the higher temperatures, and which is never quite reproducible, as the consequence of the use of a varying amount of Dekhotinsky-cement.

[3]) Melle SERRES, Thèse 1931, Strassbourg, found at room temperature for specimen of our substance p = 19.15, and p = 19.17.

[4]) A revision of the absolute calibrations in this laboratory is in preparation.

systematic difference between the observations and the theoretical curve is reduced to a fraction of a percent, which is certainly below the accuracy of the measurements.

From these results we may draw the following conclusions: The magnetic moment of the chromic ion is caused by the resultant vector of three electronic spins, as is assumed by the theory of BOSE-STONER [1]).

As σ is a function of H/T down to 1.4° the separation of the four components of the lowest level is certainly less than 0.1 cm^{-1}. Thus no decomposition exists of the order of $\frac{(\text{orbit-spin interaction})^2}{\text{crystal field separation}}$, as was expected originally by VAN VLECK [2]).

Our result is however in agreement with the later theoretical result of VAN VLECK's collaborators SCHLAPP and PENNEY [3]), that the orbit-spin interaction is incapable of splitting up this level in the case of a cubic field.

Summary.

The paramagnetic saturation of potassium chromic alum has been studied, with the aid of a new apparatus down to $T = 1.34°$ and field-strengths of 21 oersted.

The results agree with the theory of BOSE-STONER. No influence of orbital magnetism could be detected. The small systematic deviation seen in Fig. II may possibly be explained as due to an error in the absolute calibration of the magnet.

Finally we wish to express our thanks to Mr. P. v. d. LEEDEN for his valuable help in the measurements and calculations.

---

[1]) The difference between the BOSE-STONER-curve, and the LANGEVIN-curve is more striking than in the case of gadolinium. This is due to the fact that the magnetic moment of the gadolinium-ion can have 8 different orientations in the magnetic field, that of the chromic-ion only 4. It is therefore impossible to draw a conclusion for or against one of the curves from the measurement of WOLTJER and KAMERLINGH ONNES. See C. J. GORTER Paramagnetische Eigenschaften in Salzen. Diss. Leyden 1932.

[2]) J. H. VAN VLECK. Phys. Rev. 37, 467, 1931, Quantum Theory of Electric and Magnetic susceptibities 1932.

[3]) R. SCHLAPP and W. G. PENNEY. Phys. Rev. 42, 666, 1932.

Physics. — *The magnetic behaviour of some chromic compounds at low temperatures.* By C. J. GORTER, W. J. DE HAAS and J. VAN DEN HANDEL. (Communication N°. 222e from the KAMERLINGH ONNES Laboratory Leiden).

(Communicated at the meeting of February 25, 1933.)

§ 1. *Introduction.*

Three years ago two of us started measurements on chromic compounds in order to find definitive evidence for or against the hypothesis of LAPORTE and SOMMERFELD for the ions of the irongroup. Our measurements on the chromic alum [1]), which proved to follow CURIE's law down to the lowest temperatures, showed this hypothesis to be incorrect and gave new evidence for the theory of BOSE and STONER, who supposed the magnetic moment in the irongroup to be mainly due to the electronic spins. Since then overwhelming experimental and theoretical evidence [2]) has been brought forward in favour of this theory, so that the matter is no more at issue.

Besides the quoted measurements on the chromic alum, we had however also performed measurements on other chromic compounds, which partly led to less simple results. Measurements have been carried out on basic sulphates, chromic oxyde and on a chloride-hexahydrate; and though they are probably less important for the theory of magnetism than the simple case of the alum, it may not be useless to publish the results.

§ 2. *The basic sulphates.*

The measurements on the basic sulphates were the first measurements we performed three years ago with the apparatus described in Comm. 208c. We measured two "rods" of the "Chromsulfat, reinst" of KAHLBAUM and two "rods" of the "Chromsulfat, reinst" of MERCK.

We had supposed wrongly, that we had to do with well defined substances. Such however was not the case. Dr. GROENEVELD kindly analysed the substances for us and found: Cr_2O_3: 36,8 % and SO_3: 34,8 % for the KAHLBAUM-compound and Cr_2O_3: 35,1 % and SO_3: 39,2 % for the MERCK-compound; the chemical formula thus being approximately: $Cr_2(SO_4)_2(OH)_2 . 5H_2O$.

The measurements of the specimen of the same origin were in good agreement, and the magnetic behaviour of the salt originating from KAHLBAUM and that originating from MERCK, were quite similar; so it

[1]) W. J. DE HAAS and C. J. GORTER, Comm. Leiden 208c.
C. J. GORTER, W. J. DE HAAS and J. v. d. HANDEL, Comm. Leiden 220f. 1933.

[2]) See: J. H. VAN VLECK, Theory of electric and magnetic susceptibilities, § 72—74.
C. J. GORTER, Arch. du Musée Teyler, 7, 183, 1932, § 30, 39.

may be sufficient to give the complete results for one of the MERCK-specimens only.

TABLE I

T	$\chi . 10^6$	$\chi' . 10^6$	$1/\chi' . 10^{-4}$	$\chi' . T . 10^4$	$\chi' . (T+36{,}0) . 10^4$
290.0	23.92	24.27	4.120	70.38	79.12
249.4	27.18	27.53	3.632	68.66	78.57
205.2	32.20	32.55	3.072	66.79	78.51
168.7	38.10	38.45	2.601	64.87	78.71
141.7	43.80	44.15	2.265	62.56	78.45
77.60	68.80	69.15	1.446	53.66	78.55
64.50	78.10	78.45	1.275	50.60	78.84
20.41	158.9	159.3	0.638	32.51	89.86
17.23	177.1	177.5	0.563	30.58	94.48
14.55	199.3	199.7	0.501	29.06	100.9

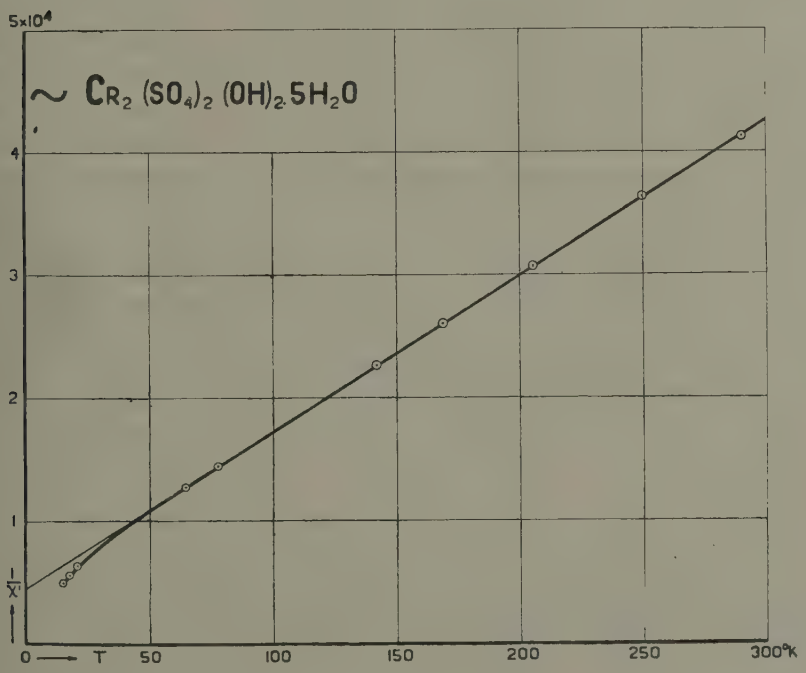


Fig. 1.

The measurements can be represented between 290° and 64° by; $\chi' . (T + 36{,}0) = 78{,}7 . 10^{-4}$, which corresponds with the magnetonnumber $p = 18{,}3$. The KAHLBAUM-compound gives $p = 18{,}4$ and $\theta = -37$. In

the region of liquid hydrogen the susceptibility can be represented by the equation: $10^6 . \chi' = 58{,}7 + \frac{205{,}0}{T}$.

§ 3. *The chromic oxyde.*

We measured two "rods" of chromic oxyde. They had been prepared in two different ways, viz. *A* by heating ammoniumbichromate and *B* by heating of the hydroxide in a hydrogen atmosphere (the hydroxyde being prepared from the sulphate with ammonia and being washed carefully aferwards).

Dr. C. GROENEVELD kindly analysed the substances and stated, that the composition was exactly Cr_2O_3.

The magnetic behaviour of the two samples was however entirely different. The susceptibilities at room temperature were of the same order: $26 . 10^{-6}$ and $22 . 10^{-6}$, in agreement with the values found by other investigators[1]). The susceptibility of the sample *A* increased at lower temperatures; the susceptibility of sample *B* decreased first and increased again at very low temperatures. At the nitrogen temperatures thé susceptibility of sample *A* was more than twice that of sample *B*.

It seems to be useless to give the exact numbers.

§ 4 *The green chromic chloride-hexahydrate.*

The green chromic chloride hexahydrate has kindly been prepared for us by the Anorganic Chemical Laboratory of the University of Leiden. CrO_3 (MERCK, pro Analyse) has been heated with hydrochloric acid; the hexahydrate was then crystallised out and washed with aceton in order to free it from any trace of hydrochloric acid.

The results are given in Table II and Fig. 2.

TABLE II

T	$\chi . 10^6$	$\chi' . 10^6$	$1/\chi' . 10^{-4}$	$\chi' . T . 10^4$	$\chi' (T + 0{,}40) . 10^4$
290.0	22.96	23.51	4.254	68.18	68.27
249.0	27.12	27.67	3.614	68.90	69.01
204.4	32.86	33.41	2.993	68.29	68.42
169.2	39.48	40.04	2.498	67.75	67.91
138.1	48.60	49.16	2.034	67.89	68.09
77.39	87.07	87.63	1.141	67.82	68.17
64.10	104.5	105.1	0.951	67.37	67.79
28.39	327.2	327.8	0.305	66.84	68.15
14.28	465.3	465.9	0.215	66.53	68.39

[1]) K. HONDA and T. SORÉ, Toh. Imp, Univ. **4**, 215, 1915.
PH. THEODORIDIS, J. de Phys. **3**. 1, 1922.

No correction for demagnetisation has been applied; see Comm. 222. The results can be represented by: $\chi'(T+0{,}40) = 68{,}25 \,.\, 10^{-4}$ wich corresponds with $p = 18{,}96$ *W.M.*

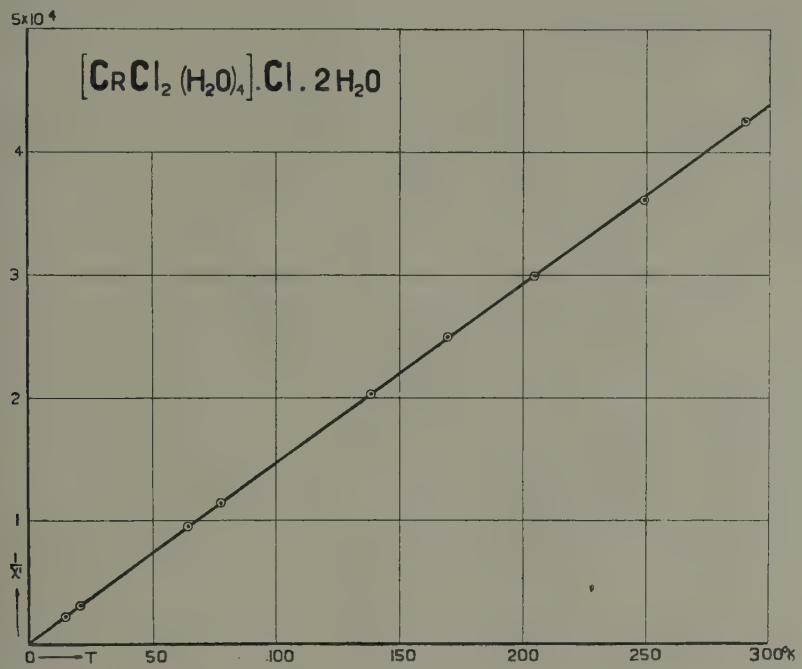


Fig. 2.

Miss SERRES [1]) found for the same substance $\theta = -0{,}2$ and $p = 19{,}08$ in the temperature region between 92° and 291°. This is in rather good agreement with our result. It appears again that there exists a systematic difference in the calibrations of the magnets between Leiden and Strassbourg [2]). A control of our calibrations is in preparation. We expect, that the Strassbourg-calibrations will be better than ours; we claim however, that the relative values are better represented by our results, as our determinations of the temperatures are very good and as our temperature-interval is larger.

§ 5. *Discussion of results.*

As has been shown by VAN VLECK and his collaborators [3]) it has to be expected, that, if the chromic ion is placed in the kind of electric field, which occurs in the hydrated salts of the irongroup, and if homopolar and magnetic interaction may be neglected, we will find a magne-

[1]) A. SERRES, Thesis Strassbourg, 1931. We take for the WEISS-magneton: 1123,5, erg . gauss^{-1} . mol^{-1}.

[2]) See also Comm. 208*c* and 220*f*.

[3]) J. H. VAN VLECK, Phys. Rev. **41**, 208, 1932.
A. SCHLAPP and W. G. PENNEY, Phys. Rev. **42**, 666, 1933.

tonnumber $p = 19{,}18$ (three spins) for all temperatures. The "usual" electric field is then very probably determined by six surrounding water-dipoles [1]).

This theoretical result has been verified for chromic alum [2]), where even the paramagnetic saturationcurve is in agreement with the assumption, that the basic level is fourfold degenerate.

The cases we have considered in this investigation are more complicated.

The case of the chloride-hexahydrate seems to be the simplest one. Roughly speaking the magnetic behaviour is in agreement with the theoretical prediction. We find however a magnetonnumber, which is more than 1 % lower than the theoretical value, and a θ-value of $-0{,}4$. As has been indicated, the first difference may be partly due to an error in the absolute calibration of the magnet. The deviation must however also partly be due to other causes. According to WERNER's theory [3]) the salt under investigation is a complex salt: $[CrCl_2.(H_2O)_4].Cl.2H_2O$ and it seems probable that the chromic ion is not surrounded by six water molecules but by four watermolecules and two chlorine ions. This will give rise to a deviation from the cubic symmetry, which perhaps might account for the deviation from the theoretical behaviour. Here it must be remarked, that also homopolar bonds with the water and the chlorine may exist; the fact that a chromic compound has also 3 free spins per atom [4]) in the case of six homopolar bonds (six is the usual coordination-number) obviously stabilises the magnetonnumber [5]).

Our result may perhaps be put in analogy with WELO's results [6]), who found in different chromic-complexsalts magnetonnumbers between 18,5 and 19,0.

The interpretation of the measurements on the basic sulphates seems to be difficult. At higher temperatures the magnetonnumber lies in the neighbourhood of the theoretical value, though a large negative θ-value is found. At the lower temperatures the curves are in exact analogy with those found for some rare earth compounds ($CeCl_3$, $CeFl_3$, $Pr_2(SO_4)_3$, $Nd_2(SO_4)_3 . 8H_2O$) and of all the cobaltsalts. The formula $\chi' = A + \frac{B}{T}$, which represents the measurements at the lowest temperatures, is the general formula for a degenerate fundamental term, if the high-frequency terms in the magnetic moment cannot be neglected. We get the impression that the fourfold basic level of the chromic ion has been split into two doubly degenerate levels. At the hydrogen-temperatures only the lowest

---

1) C. J. GORTER, Phys. Rev. **42**, 437, 1932.
2) W. J. DE HAAS and C. J. GORTER, l. c.
3) See e.g.: WEINLAND. Komplex verbindingen.
4) L. PAULING, Journ. Am. Chem. Soc., **53**, 322, 1931.
5) C. J. GORTER, Arch. du Musée Teyler, **7**, 183, 1932, § 42.
6) L. A. WELO, Phil. Mag. **6**, 480, 1928.

doubly degenerate level should then be occupied. The cause of this splitting remains obscure. Dr. WIERSMA fixed our attention upon the possibility that part of the chromium-atoms might be present in other states of valency.

Finally the results of the measurements on the oxyde show, that different kinds of trioxydes exist, with different magnetic properties. (The presence of sufficient quantities of other highly magnetic oxydes is improbable). There is also strong chemical evidence [1]) for the existence of different modifications. The differences may be caused by different homopolar interaction between the chromium atoms.

We wish to express our thanks to Mr. J. DE BOER and Mr. P. V. D. LEEDEN for their valuable help in the measurements.

Summary.

The susceptibilities of some basic chromic sulphates, of Cr_2O_3 and of $[CrCl_2 . (H_2O)_4] . Cl . 2H_2O$ have been determined between 14° and 290°.

Only the susceptibility of the chloride-hexahydrate follows approximately the theoretical law for chromic compounds. The possible reasons for the deviations have been discussed.

[1]) See e.g. GMELIN—KRAUT.

Mathematics. — *Eine Abbildung der Kreise des Raumes auf die Kreispaare einer Ebene.* By Prof. JAN DE VRIES.

(Communicated at the meeting of February 25, 1933)

§ 1. Die Kreise des Raumes mögen zunächst abgebildet werden auf die Punktepaare des Raumes. Dieses wird erreicht indem man einem Kreise seine beiden Pole P_1, P_2 zuordnet; jedem Punktepaare P_1, P_2 entspricht ersichtlich der Kreis in der Ebene welche $P_1 P_2$ senkrecht halbiert, und dessen Durchmesser die Länge der Strecke $P_1 P_2$ hat.

§ 2. Die Punkte P des Raumes können offenbar als Bilder der Kreise k einer Ebene ε betrachtet werden. Betrachtet man z. B. P als Mittelpunkt einer Kugel β, welche einen vorgegebenen Punkt E enthält, so soll P das Bild sein des Kreises in welchem β die Ebene ε trifft.

Die Punktkreise entsprechen ersichtlich den Kugeln β_0, welche ε berühren; der Ort ihrer Bilder P_0 ist ein Umdrehungsparaboloid, π.

Die Punkte P einer Gerade g sind die Bilder der Kreise eines Büschels; die Punktkreise des Büschels entsprechen den Schnittpunkten von g und π.

Eine Tangente von π enthält die Bilder der Kreise, die sich in einem Punkte berühren.

Zwei orthogonale Kreisbüschel werden vertreten durch Geraden welche polar sind in Bezug auf π. Die Punkte P einer Ebene sind die Bilder der Kreise eines Netzes.

§ 3. Wenn man die Pole P_1, P_2 eines Kreises γ ersetzt durch die Kreise k_1, k_2, welche ihnen nach der in § 2 erwähnten Abbildung entsprechen, so ergibt sich demnach eine *Abbildung der Kreise γ auf die Kreispaare k_1, k_2*, und umgekehrt.

Sind die Kreise eines Büschels (k) in die Paare k_1, k_2 einer Involution geordnet, so bilden die Punktepaare P_1, P_2 eine Involution auf einer Geraden g. Der Ort der ihnen entsprechenden Kreise γ ist, wie eine einfache Rechnung zeigt, ein Umdrehungshyperboloid, bez. eine Umdrehungskegelfläche.

Den Kreisen γ eines Rotationskegels entsprechen i. A. Punktepaare P_1, P_2 in einer Verwandtschaft (2,2); ihre Bilder k_1, k_2 sind alsdann in einer (2,2) des betreffenden Kreisbüschels geordnet.

§ 4. Man könnte die Kreise γ auch auf die Punkte einer Ebene ε abbilden, indem man jeden Punkt P durch seine Projektionen Q', Q'' aus den Zentren O', O'' ersetzt. Als Bild von γ ergäbe sich dann ein Paar Punktepaare Q'_1, Q''_1 bez. Q'_2, Q''_2; die Geraden $Q'_1 Q''_1$ und $Q'_2 Q''_2$ zielen ersichtlich nach der Spur O der Geraden $O' O''$.

Astronomy. — *Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen; XII. V 29 = TU Cygni.* Von A. A. NIJLAND.

(Communicated at the meeting of February 25, 1933.)

Instrumente S und R. Die Beobachtungen wurden alle auf R reduziert. die Reduktion $R - S$ beträgt $-0^m.25$. Spektrum $M3e$ (H. A. **79**,187). Gesamtzahl der Beobachtungen 801 (von 2416842 bis 2427106). Es wurden wieder, wie in allen früheren Mitteilungen, die in zwei Instrumenten angestellten Schätzungen nur einmal gezählt. Der Stern sinkt im Minimum bis nahe an die Grenze des Zehnzöllers herab und ist dann nur bei guter Luft sichtbar. Daher die vielen in der Figur 1 mit v bezeichneten Schätzungen (39 an der Zahl). Es wurde weiter eine stark abweichende Schätzung (2424362, $v = 10^m.41$) verworfen: vielleicht liegt hier eine Verwechslung der Vergleichsterne vor. Es bleiben also 761 Beobachtungen für die Diskussion übrig.

Karte: HAGEN, *Atlas Stell. var. Series VII A.*

TABELLE I. Vergleichsterne.

	BD	HAGEN	St.	HA 74	GRAFF	MÜLLER	*H*
k	+ 48°.2950	5	49.2	^{m}8.75	—	—	^{m}8.62
l	+ 48.2957	8	42.5	—	^{m}9.19	—	9.34
m	+ 48.2952	10	40.2	9.67	—	^{m}9.83	9.58
n	—	11	35.7	9.95	9.72		10.07
p	—	23	28.8	10.93	10.74	Grenze	10.83
q	—	37	23.2	11.30	11.33	11.37	11.42
r	—	50	19.2	—	11.88	—	11.85
s	—	54	12.7	—	12.59	—	12.55
t	—	57	6.3	—	—	13.42	13.24
u	—	—	0.0	—	—	13.84	13.92

Stern *u* komt bei HAGEN nicht vor. Seine Koordinaten in bezug auf den Veränderlichen sind: + 3′.1, + 0′.1. Die Grösse von *m* (10^{m}.00, oder 9^{m}.83 im System der HP, s. die siebente Spalte) verdanke ich einer brieflichen Mitteilung von weiland G. MÜLLER. Stern *q* wurde 3-mal (7198, 7261, 7706) an die Grenze von *S*, Stern *t* 27-mal und Stern *u* 106-mal an die Grenze von *R* angeschlossen. Die Stufenskala bezieht sich auf die Helligkeit 11^{m}.0; der Stufenwert ist 0^{m}.108. Der Anschluss an die photometrischen Helligkeiten ist befriedigend.

Es liegen 41 Schätzungen der Farbe vor, welche für drei Viertel in den Jahren 1905 bis 1917 angestellt wurden. Die Schätzung ist bei der geringen maximalen Helligkeit des Sterns sehr unsicher: es steht bei 11 Beobachtungen ein Fragezeichen. Aus den kurzen Tabellen II*a* und II*b* könnte man den Schluss ziehen, dass die Farbe sich im Laufe der Jahre etwas vertieft hätte, doch kommt mir diese Farbenänderung etwas verdächtig vor: dafür ist die Schätzung bei diesem Stern zu unsicher. Eine Abhängigkeit von der Helligkeit scheint nicht zu bestehen. Das allgemeine Mittel ist 2^{c}.73.

TABELLEN II*a* und II*b*. Farbenschätzungen.

Zeitraum	*n*	Farbe	Grösse	*n*	Farbe
2417107—2419266	22	^{c}2.37	^{m}9.04	14	^{c}2.68
2419921—2426519	19	3.16	9.26	14	2.89
	41	2.76	9.81	13	2.62
				41	2.73

Die Figur 1 enthält die Beobachtungen, alle auf R reduziert. Die Reihe der Abweichungen (Beobachtung minus Kurve) zeigt 273 Plus-, 302 Minuszeichen, 186 Nullwerte, 258 Zeichenfolgen, 316 Zeichenwechsel. Das Mittel der absoluten Werte der Abweichungen ist $0^m.108$.

Ein Einfluss des Mondscheines auf die Helligkeitsschätzung ist nicht bemerkbar. Es verteilen sich auf 212 bei Mondschein angestellte Beobachtungen die Abweichungen wie folgt: 62 Plus-, 76 Minuszeichen, 74 Nullwerte.

Die Tabelle III enthält die aus der Kurve abgelesenen Epochen der Minima m und der Maxima M. Die Spalte R wurde mit den einfachen Elementen:

$$2421824^d + 220^d\, E \text{ (für die Minima)}$$

und $$2421926 + 220\ E \text{ (für die Maxima)}$$

gerechnet.

Die übrigbleibenden $B—R$ sind zu gross und zeigen einen ausgeprägt systematischen Charakter; es wurde für Maxima und Minima zusammen auf graphischem Wege ein Sinusglied abgeleitet, und die definitiven Elemente F lauten dann:

$$\left.\begin{matrix}\text{Minimum: } 2421824^d \\ \text{Maximum: } 2421926\end{matrix}\right\} + 220^d\, E + 10^d\, sin\ 10^\circ\,(E+2);$$

$$\frac{M—m}{p} = 0.464.$$

Obwohl die Berücksichtigung des Sinusgliedes die Quadratsummen der Abweichungen für die Minima und die Maxima zusammen von 6826 auf 3686 herabdrückt, so ist die Darstellung der beobachteten Epochen nicht sehr befriedigend: es bleibt in den beiden Kolumnen $B—F$ ein Überschuss an Zeichenfolgen. Man bekommt den Eindruck, dass ein zweites periodisches Glied, etwa von der Form $-3^d\, sin\ 15^\circ\,(E—2)$ oder vielleicht $-4^d\, sin\ 15^\circ\,(E—2)$ diesem Übel zum grössten Teil abhelfen könnte: auch wäre es vielleicht möglich, das Zuviel an Pluszeichen am unteren Ende der Tabelle durch eine kleine Vergrösserung der Periode zu beseitigen, doch scheint mir das Detailstudium der Veränderlichkeit zurzeit nicht am Platze zu sein.

Die in der *G. und L.* (II S. 218) gegebene Periode 218^d ist für den hier besprochenen Zeitraum sicher viel zu klein. Auf eine genauere Rechnung habe ich verzichtet. PRAGER's Katalog für 1933 gibt den Periodenwert $219^d.55$ und das aus sämtlichen von mir seit d.J. 1905 in den *Astr. Nachr.* mitgeteilten Epochen der Minima und Maxima abgeleitete allgemeine Mittel ist $219^d.7$.

Die extremen Werte des Lichtwechsels sind:

$$\left.\begin{matrix}\text{Minimum: } v = 14^m.33 \pm 0^m.033 \\ \text{Maximum: } v = \ 9^m.54 \pm 0\ .074\end{matrix}\right\} \text{(m.F.)}.$$

Die Amplitude beträgt somit $4^m.79$. Es lässt sich weder beim Minimum noch beim Maximum eine deutliche Gesetzmässigkeit im Verlaufe der

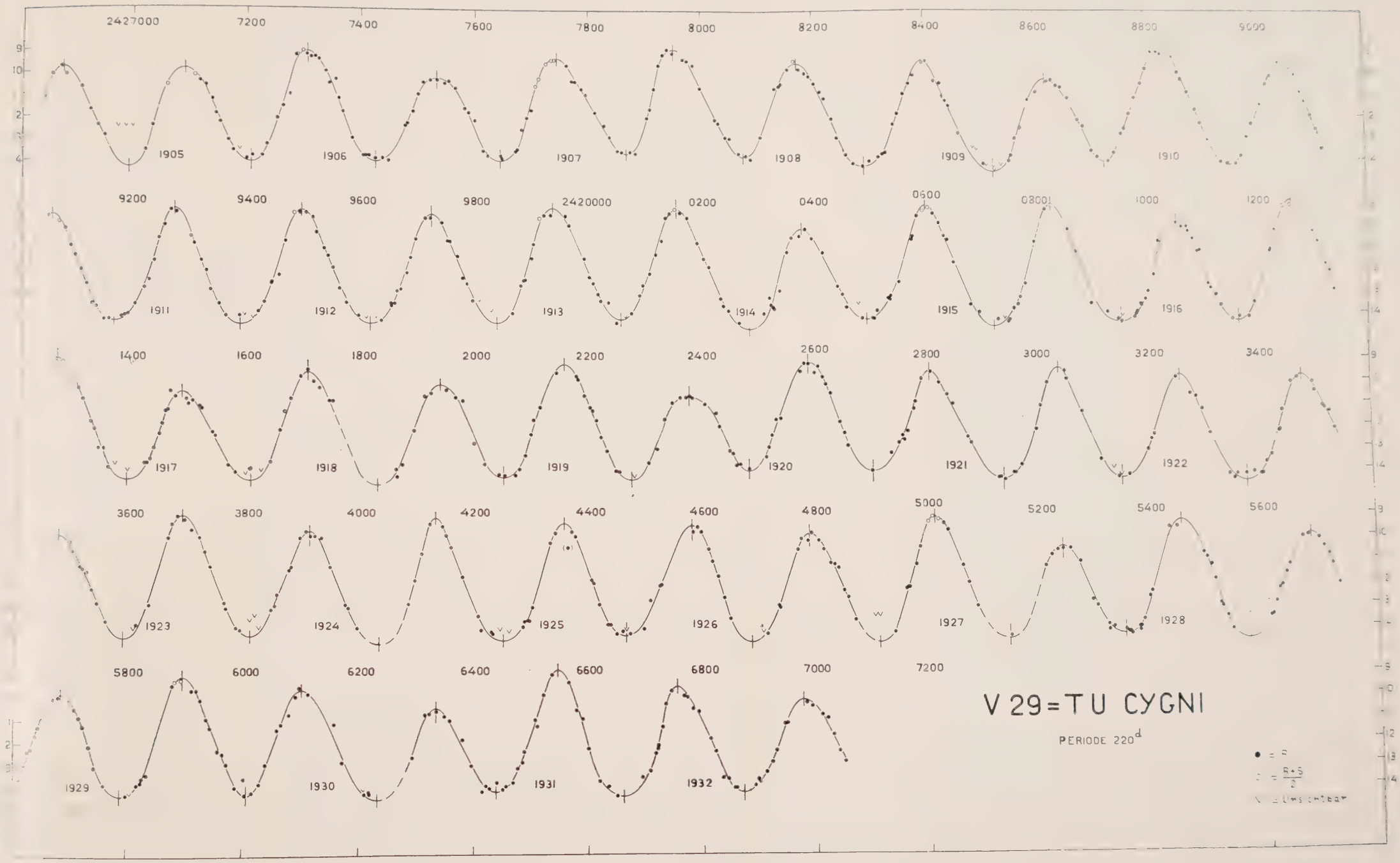

2427000
7200
7400
7600
7800
8000
8200
8400
8600
8800
9000
1905
1906
1907
1908
1909
1910
9200
9400
9600
9800
2420000
0200
0400
0600
0800
1000
1200
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1400
1600
1800
2000
2200
2400
2600
2800
3000
3200
3400
1917
1918
1919
1920
1921
1922
3600
3800
4000
4200
4400
4600
4800
5000
5200
5400
5600
1923
1924
1925
1926
1927
1928
5800
6000
6200
6400
6600
6800
7000
7200
1929
1930
1931
1932
V 29=TU CYGNI
PERIODE 220d

Fig. 1

TABELLE III.

E	Minima m					Maxima M				
	B	v	R	$B-R$	$B-F$	B	v	R	$B-R$	$B-F$
— 23	—	—	—	—	—	241 6875	m 9.8	6866	+ 9	+ 4
— 22	241 6990	m 14.3	6984	+ 6	+ 3	7090	9.9	7086	+ 4	+ 1
— 21	7205	14.1	7204	+ 1	— 1	7304	9.0	7306	— 2	— 4
— 20	7423	14.0	7424	— 1	— 1	7532	10.2	7526	+ 6	+ 6
— 19	7643	14.0	7644	— 1	+ 1	7744	9.3	7746	— 2	0
— 18	7867	13.7	7864	+ 3	+ 6	7952	8.9	7966	— 14	— 11
— 17	8076	13.8	8084	— 8	— 3	8173	9.5	8186	— 13	— 8
— 16	8292	14.3	8304	— 12	— 6	8398	9.4	8406	— 8	— 2
— 15	8524	14.5	8524	0	+ 8	8620	10.3	8626	— 6	+ 2
— 14	8726	14.1	8744	— 18	— 9	8830	8.9	8846	— 16	— 7
— 13	8954	14.2	8964	— 10	— 1	9051	9.4	9066	— 15	— 6
— 12	9166	14.2	9184	— 18	— 8	9272	9.2	9286	— 14	— 4
— 11	9386	14.4	9404	— 18	— 8	9493	9.3	9506	— 13	— 3
— 10	9614	14.4	9624	— 10	0	9722	9.4	9726	— 4	+ 6
— 9	9837	14.4	9844	— 7	+ 2	9936	9.2	9946	— 10	— 1
— 8	242 0057	14.2	0064	— 7	+ 2	242 0156	9.2	0166	— 10	— 1
— 7	0286	14.7	0284	+ 2	+ 10	0380	10.1	0386	— 6	+ 2
— 6	0495	14.2	0504	— 9	— 3	0601	9.0	0606	— 5	+ 1
— 5	0724	14.6	0724	0	+ 5	0827	9.1	0826	+ 1	+ 6
— 4	0952	14.4	0944	+ 8	+ 11	1054	9.7	1046	+ 8	+ 11
— 3	1165	14.4	1164	+ 1	+ 3	1264	8.8	1266	— 2	0
— 2	1390	14.3	1384	+ 6	+ 6	1486	10.4	1486	0	0
— 1	1606	14.4	1604	+ 2	0	1704	9.6	1706	— 2	— 4
0	1828	14.6	1824	+ 4	+ 1	1937	10.2	1926	+ 11	+ 8
+ 1	2049	14.3	2044	+ 5	0	2156	9.3	2146	+ 10	+ 5
+ 2	2275	14.4	2264	+ 11	+ 5	2377	10.7	2366	+ 11	+ 5
+ 3	2483	14.0	2484	— 1	— 9	2590	9.2	2586	+ 4	— 4
+ 4	2704	14.0	2704	0	— 9	2805	9.6	2806	— 1	— 10
+ 5	2937	14.4	2924	+ 13	+ 4	3037	9.4	3026	+ 11	+ 2
+ 6	3148	14.4	3144	+ 4	— 6	3255	9.8	3246	+ 9	— 1

TABELLE III (*Fortsetzung*).

E	Minima *m*					Maxima *M*				
	B	*v*	*R*	*B*—*R*	*B*—*F*	*B*	*v*	*R*	*B*—*R*	*B*—*F*
		m					m			
+ 7	3373	14.6	3364	+ 9	— 1	3475	9.8	3466	+ 9	— 1
+ 8	3589	14.4	3584	+ 5	— 5	3689	9.0	3686	+ 3	— 7
+ 9	3808	14.3	3804	+ 4	— 5	3909	9.7	3906	+ 3	— 6
+ 10	4032	14.7	4024	+ 8	— 1	4129	9.1	4126	+ 3	— 6
+ 11	4250	14.6	4244	+ 6	— 2	4356	9.4	4346	+ 10	+ 2
+ 12	4465	14.4	4464	+ 1	— 5	4581	9.4	4566	+ 15	+ 9
+ 13	4687	14.6	4684	+ 3	— 2	4789	9.8	4786	+ 3	— 2
+ 14	4913	14.7	4904	+ 9	+ 6	5012	9.1	5006	+ 6	+ 3
+ 15	5143	14.5	5124	+ 19	+ 17	5240	10.4	5226	+ 14	+ 12
+ 16	5348	14.3	5344	+ 4	+ 4	5451	9.3	5446	+ 5	+ 5
+ 17	5570	14.6	5564	+ 6	+ 8	5684	9.9	5666	+ 18	+ 20
+ 18	5787	14.3	5784	+ 3	+ 6	5893	9.1	5886	+ 7	+ 10
+ 19	6006	14.3	6004	+ 2	+ 7	6099	9.7	6106	— 7	— 2
+ 20	6232	14.5	6224	+ 8	+ 14	6333	10.5	6326	+ 7	+ 13
+ 21	6439	14.2	6444	— 5	+ 3	6545	8.8	6546	— 1	+ 7
+ 22	6661	14.4	6664	— 3	+ 6	6755	9.6	6766	— 11	— 2
+ 23	6871	14.2	6884	— 13	— 4	6976	10.2	6986	— 10	— 1

extremen Werte feststellen. Die anormal niedrigen Maxima 1486, 2377, 5240 und 6333 sind alle durch mehrere Beobachtungen gut verbürgt.

Es wurde wieder der mittlere Verlauf der Lichtkurve in der Nähe der beiden Hauptphasen durch Ablesung der Helligkeit für je 10^d abgeleitet.

TABELLE IV. Die mittlere Kurve.

Phase	v	Phase	v	Phase	v	Phase	v
d	m	d	m	d	m	d	m
— 60	12.08	0	14.33	+ 60	11.73	+ 120	9.91
— 50	12.69	+ 10	14.28	+ 70	10.93	+ 130	10.35
— 40	13.27	+ 20	14.07	+ 80	10.23	+ 140	10.90
— 30	13.74	+ 30	13.71	+ 90	9.72	+ 150	11.48
— 20	14.06	+ 40	13.18	+ 100	9.55	+ 160	12.08
— 10	14.27	+ 50	12.52	+ 110	9.62		

Die beiden Teilkurven schliessen sich genau an einander an (s. die Figur 2), und geben zusammen den Verlauf der mittleren Kurve (Tabelle IV). Die Kurve ist vollständig glatt.

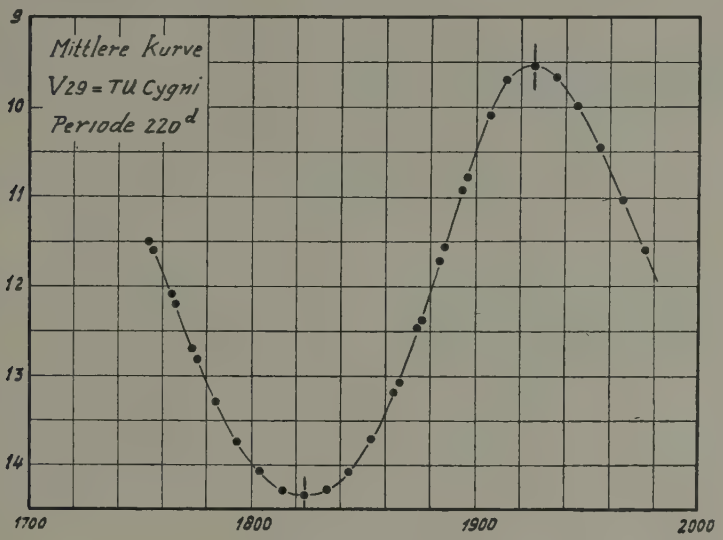


Fig. 2.

Die Streuung in der Nähe von 60^d erreicht die Werte:

	m	*M*	Mittel
im aufsteigenden Aste:	0.356	0.441	0.398
im absteigenden Aste:	0.220	0.332	0.276
Mittel:	0.288	0.386	

Die Streuung ist wieder grösser beim Maximum, und grösser im aufsteigenden Aste. Das Verhältnis der Streuungen $0^m.398$ und $0^m.276$ ist 1.44, das Verhältnis der durchschnittlichen Geschwindigkeiten des Lichtwechsels bei Auf- und Abstieg 1.16.

Zusammenfassung.

Aus 761 in den Jahren 1905 bis 1932 (2416842 bis 2427106) angestellten Beobachtungen von $V29 = TU\ Cygni$ sind die folgenden Elemente des Lichtwechsels abgeleitet worden:

Minimum: 2421824^d
Maximum: 2421926
$\Big\}$ $+ 220^d\,E + 10^d\ sin\ 10°\,(E+2)$; $v = 14^m.33$, $v = 9.54$

Amplitude $= 4.79$

woraus $\dfrac{M-m}{p} = 0.464$.

Die mittlere Lichtkurve hat einen volkommen glatten Verlauf.

Utrecht, Februar 1933.

Chemistry. — *On absorption and osmosis.* I. By F. A. H. SCHREINEMAKERS and C. L. DE VRIES.

(Communicated at the meeting of February 25, 1933).

I. *Introduction.*

If we bring a membrane into a liquid, it will absorb all the substances from it, for which this membrane is permeable. Generally this membrane can and will change its nature and consequently also its absorption-capacity during the absorption under the influence of all sorts of factors (the action of the substances absorbed, hysteresis, etc.); we shall refer to this later on, when discussing the experimental investigations and for the sake of simplicity we now shall begin by assuming that the membrane is invariant. namely that the factors mentioned are not active, at least not during the time that we are considering this membrane. If we now bring such an invariant membrane into a liquid L of a definite composition, it will get in it a definite amount of each of the substances absorbed.

We now bring a membrane M, capable of absorbing the substances W (water) and X, into a liquid z, consisting of W and X. If we represent the different substances, of which this membrane consists before it has absorbed other substances, by a single letter Q, then we may after the absorption represent this membrane M by

$$1\ gr\ Q + w\ gr\ W + x\ gr\ X \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

namely by the number of grams of W and X, absorbed by 1 gr. of Q. Now we shall call w the W-amount and x the X-amount of this membrane.

We now imagine liquid z in fig. 1 represented in the well-known way by point z of line WX. We represent the W-amount of the membrane by the length of line zz' and the X-amount by the length of line zz''.

Now we begin by assuming that the substance X is a liquid, miscible with water in all proportions; then two liquids cannot be in equilibrium with one another, as is indeed the case e. g. in a system with water and aether, or water and anilin, etc. We then can give any composition to liquid z starting from pure water until the pure substance X; then point z proceeds along line WX (fig. 1), point z' along a curve $W'z'X$ and point z'' along a curve $Wz''X''$; we call $W'z'X$ the W-curve and $Wz''X''$ the X-curve of this membrane. This X-curve has been dotted in fig. 1 (and fig. 3).

In pure water this membrane gets a W-amount $= W W'$ and an X-amount, which is of course zero; in liquid q a W-amount $= qq'$ and an X-amount $= qq''$; in the pure liquid X a W-amount, which is of course zero, and an X-amount $= XX''$.

The W- and the X-curve of a membrane may have different shapes [1]). In fig. 1 the W-curve is a curve, descending from left to right; consequently the W-amount of the membrane will decrease in the same degree as the solution will get a greater X-amount. In fig. 2, in which

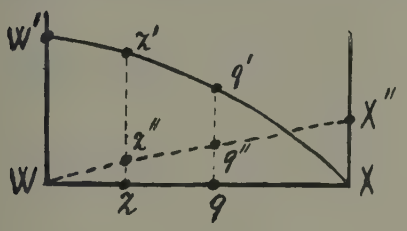


Fig. 1.

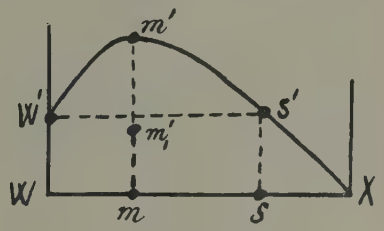


Fig. 2.

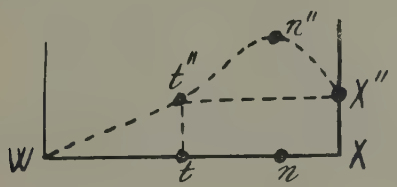


Fig. 3.

only a W-curve has been drawn, this curve has a maximum in m'. If we first bring this membrane into pure water and then add the substance X, the W-amount of this membrane will first increase until it reaches a maximum mm' and will decrease afterwards. So this membrane gets in liquid s the same, in diluted solutions (namely between W and s) a greater and in concentrated solutions (namely between s and X) a smaller W-amount than in pure water.

In fig. 1 the X-curve is a curve ascending from left to right; so the X-amount of the membrane will increase in the same degree as the solution will get a greater X-amount. In fig. 3 in which only an X-curve has been drawn, this curve has a maximum in point n''. What has been said for the W-amount of a membrane in fig. 2 now obtains for the X-amount of the membrane.

Above we have assumed that X is a liquid. If, however, X is a solid substance, forming no hydrate, one of the liquids of line WX will be saturated with this solid X. If we represent this solution by q in fig. 1,

[1]) F. A. H. SCHREINEMAKERS, These Proceedings **32**, 837 (1929); Rec. Trav. Chim. Pays-Bas **50**, 883 (1931).

then the points between W and q represent unsaturated solutions and the points between q and X supersaturated and, therefore, metastable solutions. If we now limit ourselves to the absorption in stable solutions, we may leave the parts of the W- and X-curve, situated on the right side of the line $q\,q''\,q'$ out of consideration.

When X is a solid substance, which can also form one or more hydrates, then several solutions can be saturated with a solid substance. In connection with the experimental determinations, to be discussed later on, we shall take here only the simplest case, namely that there is only one saturated solution, viz. with a hydrate $X.n\ H_2O$. If we now imagine that q (fig. 1) represents this saturated solution, the same rules as we have quoted above, obtain for the liquids between W and q and between q and X and for the parts of the W- and X-curves situated on the right side of the line $q\,q''\,q'$.

Of course the same obtains also for the figs 2 and 3, in which this point q has not been drawn.

Above we have represented the composition of the membrane after the absorption by:

$$1\ gr\ Q + w\ gr\ W + x\ gr\ X \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

namely by the number of grams of W and X, which have been absorbed by one gram of the dry substance Q. We may also represent this composition by:

$$(1 - w_1 - x_1)\ gr\ Q + w_1\ gr\ W + x_1\ gr\ X \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

This means that one gram of the humid membrane (viz. after the absorption) contains w_1 grams of W, x_1 grams of X and consequently $1 - w_1 - x_1$ grams of the dry substance Q. Now we may also call w_1 and x_1 the W- and the X-amount of this membrane and draw them in the figs 1—3; then we shall call these absorption-curves the W_1- and the X_1-curve to distinguish them from the others.

It is clear now that this W_1- and this X_1-curve of a membrane will have an other shape and position than its W- and X-curves; we are able to deduce this in the following way.

From (2) it follows that $1 + w + x$ grs of the humid membrane contain w grs of W and x grs of X; consequently one gram of this membrane contains $w : (1 + w + x)$ grs of W and $x : (1 + w + x)$ grs of X. From this follows for w_1 and x_1 of (3):

$$w_1 = \frac{w}{1 + w + x} \quad \text{and} \quad x_1 = \frac{x}{1 + w + x} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

From this it follows $w_1 < w$ and $x_1 < x$ so that the W_1- and the

X_1-curve must always be situated of course lower than the W- and the X-curve, except in the points X and W.

If we represent the X-amount of a liquid of line WX (figs 1—3) by c, then w and x are functions of c; the same obtains for w_1 and x_1. If we now write (4) in the form:

$$(1+w+x)\,w_1 = w \quad \text{and} \quad (1+w+x)\,x_1 = x \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

we find:

$$(1+w+x)\frac{dw_1}{dc} = (1-w_1)\frac{dw}{dc} - w_1\frac{dx}{dc} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

$$(1+w+x)\frac{dx_1}{dc} = -x_1\frac{dw}{dc} + (1-x_1)\frac{dx}{dc} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

in which, as appears from (3), $1-w_1$ and $1-x_1$ are positive.

When the W- and the X-curve have a shape as in fig. 1, then in each point of these curves:

$$\frac{dw}{dc} < 0 \quad \text{and} \quad \frac{dx}{dc} > 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

From (6) and (7) now follows for every point of the W_1- and the X_1-curve:

$$\frac{dw_1}{dc} < 0 \quad \text{and} \quad \frac{dx_1}{dc} > 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

From this it follows that the W_1- and the X_1-curve will have a shape as in fig. 1, namely that these curves will have neither a maximum nor a minimum.

We now assume that the W-curve has a shape like that in fig. 2 and the X-curve like that in fig. 1. In fig. 2 we shall represent the point of intersection of the W_1-curve with the line mm' by point m'_1, which must be situated below m', as we have seen before.

As for part $m'X$ of the W-curve the same rules obtain again as mentioned in (8), part m'_1X of the W_1-curve will also descend from left to right.

In point m' of the W-curve $\frac{dw}{dc} = 0$; as $\frac{dx}{dc} > 0$, it follows from (6) $\frac{dw_1}{dc} < 0$. Consequently the W_1-curve has no maximum in point m'_1, but will descend in this point from left to right. It being yet possible, however, as we shall see presently, that the W_1-curve may have a maximum, this must be situated then on the left side of line mm'.

Following the W-curve starting from m' and going towards W^1, $\frac{dw}{dc}$, which is zero in m', will become positive. It now appears from (6), as we have indeed seen already before, that $\frac{dw_1}{dc}$ is negative in m'_1. As however, $\frac{dw}{dc}$ becomes positive on the left side of m', $\frac{dw_1}{dc}$, as follows from (6) can remain negative or become positive at some distance from point m'_1. In the first case the W_1-curve will continue its ascent starting from m'_1, and going towards the left; in the second case this curve will first continue its ascent, starting from m'_1 towards the left, then pass through a maximum and descend afterwards. Consequently we find:

when the W-curve has a shape as the one in fig. 2 and the X-curve a shape like that in fig. 1, the W_1-curve may have a shape either as like that in fig. 1 or like that in fig. 2; in the latter case the maximum of the W_1-curve is situated, however, on the left side of that of the W-curve, namely on the left side of line mm'.

From these considerations, which the reader may also apply to the other cases, it appears that, in looking for a possible connection between the osmosis through a membrane and the shapes of its absorption-curves, we have to pay attention to the way in which its W-and its X-amount have been represented.

Until now we have assumed that the membrane is invariant, namely that its state does not change; for this reason we shall call the absorption-curves discussed above "1. state curves".

Membranes like e.g. cellophane, pig's bladder, etc. consist, however, of colloïdal substances, the properties of which change continuously under the influence of all sort of factors (the after-effect of states formerly passed through, the action of the substances absorbed, irreversible changes and fluctuations of temperature or pressure, etc.). These changes may continue till the membrane has lost its colloidal properties. We shall call such a membrane the state of which varies [1]) a "variant" membrane.

If we now bring such a membrane into a liquid, consisting of W and X, then experience has taught us that this will get a W- and an X-amount, which after $\pm$ 25 minutes usually change, but slowly; we shall call this the "practical" W- and X-amounts of this membrane.

It appeared among other things from the following experiment that this slow change in the absorption can go on a long time [2]). A pig's bladder of 0.808 grs. was brought into a solution of 3 % Na_2CO_3; from quite a series of determinations we only mention that this bladder after 2 days had absorbed 2.725 grs, after 4 days 2.830 grams and

---

[1]) F. A. H. SCHREINEMAKERS. Rec. Trav. Chim. Pays-Bas **50** 883 (1931).

[2]) J. P. WERRE and H. H. SCHREINEMACHERS; comp, C. L. DE VRIES, Diss. Leiden 1932.

after 125 days 4.597 grams (of water + Na_2CO_3). A corresponding change occurred also when a bladder was brought into a solution of 6 % and into a solution of 9 % of Na_2CO_3. (l.c.).

We can also draw a diagram of the practical *W*- and *X*-amounts, a variable membrane gets in a liquid. (figs 1—3). We now can bring this membrane successively into different liquids *a*, *b*, *c* etc. and determine its practical *W*- and *X*-amounts every time; if we draw them in the diagram and if we draw two curves through them, we shall call these the practical *W*- and *X*-curves.

It is clear, however, that this membrane has a different prehistory in liq. *b* than it had in *a*; for then it has become older, it has undergone the action of liquid *a*, whether it is reversible or not, and the manipulations necessary in order to determine its absorption, etc. So in liquid *b* the membrane will have a state different from the one it had in liquid *a*; in liquid *c* it will have a state different again from the one in *b* and this obtains for every successive liquid, into which the membrane is brought. So in this way we do not determine anything but the practical *W*- and *X*-amounts of a membrane changing continuously. For this reason we may call the practical *W*- and *X*-curves "*n*-states curves".

Now it is clear that shape and position of these *n*-states curves will be dependent on all sorts of factors, only one of which we shall discuss.

Let us assume that we determine these *W*- and *X*-curves of a membrane, by bringing it successively e.g. into seven different liquids, which we shall call 1, 2 .... and 7. We now may change the sequence of the liquids, into which the membrane is brought successively, in a great many ways. Every change in this sequence will have an influence on the shape and position of the *W*- and *X*-curves.

If we take the liquids in a definite sequence e.g. 1, 2 ....7 and if we repeat these determinations a second time, still taking these liquids again in the same sequence, then the *W*- and *X*-curves of this second series will differ from those of the first series; the same obtains for every new series of determinations.

If we sum up the influences discussed above and others under the name "prehistory" of the membrane, then we may say:

shape and position of the *n*-states-curves of a membrane depend upon its prehistory.

II. *The absorption of water and sodium-carbonate by a pig's bladder*[1]).

Of the many series of absorption-determinations of water and sodium-carbonate by a pig's bladder, we shall here discuss only a few.

For the determination of the absorption, to be discussed here, five

[1]) C. L. DE VRIES. Dissertation Leiden 1932.

liquids were used, the composition of which is found in table A; from this it appears that liquid N°. 1 consisted of pure water and that N°. 5 contained 11% of Na_2CO_3.

Successively three bladders were now brought into the liquids N°. 1, 2.... and 5 at 25°; their practical *W*- and Na_2CO_3-amounts were determined after every three hours.

Afterwards these same bladders were brought again successively into the liquids No. 1, 2.... and 5, their practical *W*- and Na_2CO_3-amount being determined again and again; afterwards these determinations were repeated still a third and fourth time, the bladders being put again into the five liquids in the same order; at last these bladders were once more brought into liquid 1, viz. in pure water. For the sake of simplicity we now shall call the determinations during which a bladder is put successively into a series of liquids: "a period".

TABLE A.

	N°. 1	N°. 2	N°. 3	N°. 4	N°. 5
% Na_2CO_3	0	2	5	9	11
% Water	100	98	95	91	89

The results of these determinations with respect to one of these bladders are found in table 1 and 2. In table 1 we find the number of

TABLE 1

gr. Water absorbed by 1 gr. of the pig's bladder.

	N°. 1	N°. 2	N°. 3	N°. 4	N°. 5
1st period →	2.12	3.45	2.19	1.42	1.05
2nd „ →	3.45	3.51	2.52	1.66	1.21
3rd „ →	4.28	3.53	2.33	1.61	1.32
4th „ →	4.25	3.47	2.49	1.67	1.34
5th „ →	4.07	—	—	—	—

grams of water and in table 2 the number of grams of Na_2CO_3 which have been absorbed in the different periods by 1 gr. of the bladder. The arrows indicate the direction, in which the bladder was passed through these liquids; we see that they agree with what was discussed above.

From table 1 it appears that in the first period 1 gr. of this bladder absorbs 2,12 grs from liquid No. 1 (pure water); 3,45 grs from liq. No. 2 (2% Na_2CO_3); 2,19 grs of water from liquid No. 3 (5% Na_2CO_3),

TABLE 2

gr. Na_2CO_3 absorbed by 1 gr. of the pig's bladder.

	N°. 1	N°. 2	N°. 3	N°. 4	N°. 5
1st period →	0	0.076	0.112	0.122	0.112
2nd „ →	0	0.073	0.130	0.147	0.131
3rd „ →	0	0.074	0.124	0.156	0.152
4th „ →	0	0.077	0.131	0.158	0.157
5th „ →	0	—	—	—	—

etc. So the *W*-curve has a maximum in its first period and may be represented schematically by fig. 2.

From the second period of table 1 it appears that the prehistory of the bladder has a great influence on its *W*-absorption; the *W*-amount of this bladder, namely, is now in all liquids greater than in the first period. The *W*-curve of this second period still has a maximum indeed, but an other shape and other position than in the first period.

From the third period it appears that the bladder has once more changed its *W*-absorption; the same appears again also from the fourth period. In these two periods the *W*-curve has no maximum any more and may now be represented schematically by the *W*-curve of fig. 1.

It appears from table 2 that the prehistory of the bladder also has an influence on its *X*-absorption ($X = Na_2CO_3$). We see that in the *X*-curves of the periods 1, 2 and 3 a maximum is obviously present, in that of the fourth period, however, there is only a very faint maximum. So these *X*-curves may be represented schematically by fig. 3.

Three other bladders were now also passed successively through four periods in the liquids of table A. In the first and third periods these bladders were passed through the liquids No. 1, 2 and 5, in the second and fourth periods they were passed through these liquids in the opposite

TABLE 3

gr. Water absorbed by 1 gr. of the pig's bladder.

	N°. 1	N°. 2	N°. 3	N°. 4	N°. 5	
1st period →	1.47	3.54	2.14	1.39	1.01	
	3.42	3.20	2.24	1.45	1.09	← 2nd period
3rd „ →	3.17	3.25	2.22	1.50	1.26	
	3.56	3.32	2.28	1.58	1.36	← 4th „

direction, namely in the order 5,4 . . . and 1 (comp. the arrows in tables 3 and 4, which have been arranged in the same way as tables 1 and 2).

The results of these determinations with respect to one of these bladders are found in tables 3 and 4.

From these determinations it appears again that the prehistory of the bladder has a great influence on its *W*-absorption. The *W*-curves of

TABLE 4

gr. Water absorbed by 1 gr. of the pig's bladder.

	N⁰. 1	N⁰. 2	N⁰. 3	N⁰. 4	N⁰. 5	
1st period →	0	0.077	0.111	0.122	0.106	
	0	0.071	0.114	0.128	0.112	← 2nd period
3rd „ →	0	0.070	0.120	0.146	0.145	
	0	0.073	0.122	0.146	0.156	← 4th „

the first and third periods namely have a maximum, in those of the second and fourth periods this maximum has disappeared, however. The influence on the *X*-absorption is smaller but still obvious. The *X*-curves of the first and second periods obviously have a maximum, that of the third period only has a very faint maximum left, which has disappeared in the fourth period.

From the determinations discussed above and the great number of others in which a bladder was passed successively through 6 or 7 liquids in different order, it appears that the *W*- and *X*-amounts and consequently also the shape and the position of the *W*- and *X*-curves of a pig's bladder depend entirely on its prehistory.

III. *The absorption of water and succinic acid by pig's bladder.* [1])

In order to determine the absorption of water and succinic acid six liquids were used, which we shall call No. 1, 2 . . . and 6, liquid No. 1 consisted of pure water.

Three pig's bladders were passed through these liquids in the order N⁰. 1, 2 . . . . 6 and 1 and three other bladders were passed through these liquids in the opposite direction, namely in the order 1, 6, 5 . . . . and 1; each of the six *X*-curves now still had a shape as in fig. 1; each of the three *W*-curves, however, now had a shape as in fig. 2, namely with a maximum.

The period, passed through by each of the six bladders, began and

[1]) C. L. DE VRIES l. c.

ended with liq. N°. 1 namely with pure water; it now appeared that the *W*-amount of these bladders in pure water at the end of the period was much greater than at the beginning (e.g. 5.39 and 1.13).

From the above it appears that the prehistory of the bladder also has a great influence on its absorption in this system.

IV. *The absorption of water and tartaric acid by pig's bladder* [1]).

In order to determine the absorption of water and tart. acid thirteen bladders were used, which were passed through the liquids of one or more periods in the same or in a different order. Although all *W*-curves could be represented schematically by fig. 2 and all *X*-curves schematically by fig. 1, these determinations again showed quite clearly the great influence of the prehistory of the bladder on its absorption.

V. The absorption of water and tartaric acid by cellophane [2]).

To determine the absorption seven bladders were used, each of which was passed successively through different periods of seven liquids. All *W*- and *X*-curves showed a shape as in the schematical fig. 1. The influence of the prehistory of the cellophane was also clearly perceptible here; this influence acted on the cellophane in other direction than on the bladder of the preceding system.

(To be continued).

Leiden, Lab. of Inorganic Chemistry.

[1]) C. L. DE VRIES l.c.
[2]) C. L. DE VRIES l.c.

Embryologie. — *Über den Glykogenstoffwechsel des Organisationszentrums in der Amphibiengastrula.* Von M. W. WOERDEMAN.

(Communicated at the meeting of February 25, 1933.)

Die Entwicklungsmechanik hat uns mit ausserordentlich wichtigen Erscheinungen bekannt gemacht, die während der Gastrulation des Amphibieneies auftreten und das Thema der schönen Untersuchungen von SPEMANN und seinen Mitarbeitern gebildet haben.

Es hat sich herausgestellt, dasz während der Gastrulation die Determination stattfindet und dasz diese Determination von der dorsalen Urmundlippe ausgeht („Organisationszentrum"). Auch wurde gefunden, dasz vom Urmunddach Induktionswirkungen ausgehen, wodurch das Ektoderm, womit es in Berührung tritt, zur Bildung einer Neuralplatte veranlasst wird.

Es liegt nahe zu fragen, worauf diese rätselhaften Wirkungen beruhen können.

Ich habe gemeint, dasz Untersuchungen über die physico-chemischen Erscheinungen während der Eientwicklung weiterführen könnten. In Zusammenarbeit mit BUYTENDIJK (1927) habe ich dann in Groningen solche Untersuchungen angefangen. Durch meine Umsiedlung nach Amsterdam waren wir nicht in der Lage unsere gemeinsame Arbeit weiter fortzusetzen. Ich hoffe die Untersuchungen aber jetzt wieder mit anderen Mitarbeitern aufzunehmen.

Noch in Groningen veranlasste ich Herrn Cand. med. H. KUIPERS mit histiochemischen Methoden die Lokalisation des Glykogens in den Zellen verschiedener Entwicklungsstadien von Amphibien zu untersuchen, da es mir wahrscheinlich schien, dasz dieser Stoff bei den morphogenetischen Prozessen eine wichtige Rolle spielt.

Durch technische Schwierigkeiten haben seine Untersuchungen, worüber er kurz in holländischer Sprache publiziert hat (1930), keine endgültige Resultate gezeitigt.

Ich habe daher in letzter Zeit selber die Frage wieder aufgenommen und werde jetzt über die Ergebnisse hier berichten.

Die Untersuchungen wurden an Eiern des mexikanischen Axolotls ausgeführt. Zum Nachweis des Glykogens wurden die Eier und Keime in absolutem Alkohol oder in der Flüssigkeit von CARNOY fixiert, dann in Paraffin eingeschlossen und in Serienschnitte zerlegt.

Die Schnitte wurden trocken aufgeklebt, mit Toluol entparaffiniert, dann mit absolutem Alkohol behandelt und nachher in die Lösung von LUGOL gebracht. Nach Abspülen mit Jodalkohol wurden sie in Origanumöl eingeschlossen. (Methode von LANGHANS). Kontrollschnitte wurden vor der Behandlung mit dem Reagens von LUGOL einige Zeit mit Speichel in Berührung gebracht, der durch Diastasewirkung das Glykogen löst. Es kann dann entschieden werden, ob sich nichts Anderes mit der LUGOL'schen Lösung färbt und eine Glykogenreaktion vortäuschen könnte.

Andere Eier und Keime wurden in Zelloidin eingeschlossen und geschnitten. Die Schnitte wurden nach der Methode von BEST gefärbt oder in Jodgummisirup untersucht.

Auf Grund meiner Resultate ziehe ich das Verfahren mit LUGOL'scher Lösung der BEST'schen Färbung vor, weil die letztgenannte manchmal auch da, wo die Jodreaktion negativ war, Rotfärbung gab. Meine Ergebnisse beruhen daher ausschliesslich auf der Jodreaktion, während diejenigen von KUIPERS auf der BEST'schen Färbung beruhen.

Histiochemische Untersuchungen über die Lokalisation des Glykogens in den jüngeren Entwicklungsstadien des Amphibieneies liegen, so weit mir bekannt, nur von der Hand von KONOPACKI und KONOPACKA vor (1924, 1926).

Bei der Befruchtung nimmt nach ihren Ergebnissen der Glykogengehalt des Eies ab, nur kleine Mengen findet man am vegetativen Pol. Die

Furchungsprozesse bis zur Bildung der Blastula gehen nicht mit deutlichen Veränderungen des Glykogens einher. Aber bei der Blastula und noch deutlicher bei der Gastrula findet eine Anhäufung des Glykogens in denjenigen Zellen statt, die nachher Ektoderm und Mesoderm bilden werden. In den Dotterzellen ist dann fast kein Glykogen mehr zu sehen. Später verschwindet das Glykogen wieder aus den meisten Zellen, aber nicht in allen Zellen mit derselben Geschwindigkeit.

Auf die physiologischen Deutungen der Befunde will ich nicht eingehen.

Meine eigenen Wahrnehmungen haben mich zu anderen Schlussfolgerungen geführt.

Fangen wir mit der Blastula an, weil es die Hauptabsicht meiner Untersuchung war die Rolle des Glykogens bei der Gastrulation zu studieren.

Die animalen Zellen zeigen hier eine sehr deutliche Glykogenreaktion. Das Glykogen findet man namentlich angehäuft bei den Zellgrenzen und in den dem Blastocöl zugekehrten Abschnitten der Zellen. Das wird wohl auf Diffusionsströmungen während des Eindringens der Fixationsflüssigkeit beruhen und dieser Erscheinung kann man dann auch m.E. keine Bedeutung beimessen. In den dotterreichen vegetativen Zellen ist sehr wenig Glykogen vorhanden. Man findet es in der Form feiner Körnchen, die wie ein feiner Staub aussehen, zwischen den Dotterplättchen. Sowohl in den animalen wie in den vegetativen Zellen findet man auch Glykogen in den Kernen und in dem Zytoplasma um die Kerne herum.

Im Blastocöl befinden sich ebenfalls immer Glykogenkörnchen, die aus der Blastocölflüssigkeit niedergeschlagen sind, ebenso wie in der perivitellinen Flüssigkeit.

Da nun bekanntlich bei der Blastula nach dem Schema von W. VOGT die Zellgruppen für Chorda, Mesoderm, Neuralplatte, Epidermis, usw. in bestimmter Lage zu finden sind und nach Untersuchungen namentlich von HOLTFRETER schon eine labile Determination besitzen, habe ich mit grosser Aufmerksamkeit darauf geachtet, ob im Blastuladach schon ein Unterschied zu sehen war im Glykogengehalt der verschiedenen Zellgruppen. Es ist denkbar, dasz die labile Determination auf chemischen Unterschieden in den verschiedenen Zellgruppen beruhe und dasz z.B. im Glykogengehalt der Zellgruppen bei der Blastula schon ihre künftige Bestimmung zu sehen wäre; kommen doch Unterschiede im Glykogengehalt in den Keimblättern vor nach den Untersuchungen von KONOPACKI und KONOPACKA.

In den zahlreichen Blastulis, die ich darauf hin untersucht habe, und die ich dazu in sehr verschiedenen Richtungen in Schnittserien zerlegt habe, wurden aber niemals in den verschiedenen Bezirken der animalen Zellen Unterschiede im Glykogengehalt gefunden. Die Verteilung des Glykogens ist eine sehr regelmässige. Nur im Randzonengebiet enthalten die Zellen bei den älteren Blastulis etwas weniger Glykogen. Die benachbarten vegetativen Zellen enthalten mehr Glykogen als die übrigen, welche fast keine Reaktion zeigen mit dem LUGOL'schen Reagens. So findet man einen

allmählichen Übergang zwischen den mit Glykogen beladenen animalen und den glykogenarmen (ja, fast glykogenfreien) vegetativen Zellen.

Untersucht man nun Gastrulae, wobei die Gastrulation verschieden weit fortgeschritten ist, so fällt in Medianschnitten immer wieder dieselbe merkwürdige Erscheinung sofort auf. Bei der dorsalen Urmundlippe wird die Glykogenreaktion in den invaginierten Zellen auf einmal sehr schwach.

Jetzt findet man manchmal eine scharfe Grenze zwischen den glykogenreichen, noch nicht invaginierten, Zellen und den Zellen des Urdarmdaches, die fast keine Glykogenreaktion mehr zeigen. Die Chorda-Mesodermplatte enthält also nur sehr wenig Glykogen, obwohl die Reaktion hier noch etwas deutlicher ist als in den Entodermzellen des Urdarmbodens. Diese Verhältnisse, die von der ersten Bildung einer Invaginationsgrube bis zum Abschluss der Gastrulation zu sehen sind, sieht man aber nicht nur an Medianschnitten. Auch an Frontalschnitten, wobei also die seitlichen Urmundlippen getroffen werden, zeigt sich dieselbe Erscheinung. Nur bei der ventralen Urmundlippe ist sie weniger deutlich, aber im Allgemeinen besitzen die oberflächlichen Zellen in diesem Gebiete auch schon weniger Glykogen.

Also habe ich überall da, wo oberflächliche Zellen eingerollt werden, den Verlust des Glykogens gefunden; deutlich in der dorsalen Urmundlippe und in den seitlichen Lippen, etwas weniger deutlich, aber zweifellos vorhanden, in der ventralen Lippe.

Nach der Gastrulation ensteht nun der Zustand, dasz das Ektoderm sehr starke Glykogenreaktion zeigt, das Entoderm fast keine, während in Chorda und Mesoderm schwache Reaktion gefunden wird. Die Neuralplatte, die nun in Anlage sichtbar wird, zeigt deutliche Glykogenreaktion, welche offenbar von cranial nach caudal abnimmt.

Über die Verteilung des Glykogens bei älteren Keimen werde ich jetzt nicht berichten. Ich muss nur noch auf eine sehr wichtige Einzelheit hinweisen.

Es ist nämlich von grosser Bedeutung, dasz bei verschieden weit fortgeschrittener Gastrulation doch immer die Grenze zwischen glykogenreichen und -armen Zellen in den Urmundlippen liegt.

Denn es ist namentlich durch VOGT's Arbeiten über die Gastrulation des Amphibieneies bekannt, dasz immer wieder andere Zellen in die Urmundlippen hineingeschoben werden bei der Einrollung der präsumptiven Chorda- und Mesodermanlage. Findet man nun immer eine ziemlich scharfe Grenze zwischen den glykogenhaltigen oberflächlichen und den glykogenarmen eingerollten Zellen, dann besagt diese Wahrnehmung, dasz die invaginierten Zellen nach der Einrollung in kurzer Zeit den grössten Teil ihres Glykogens verlieren und dasz also offenbar in der Urmundlippe sehr besondere Stoffwechselverhältnisse herrschen.

Es lässt sich vorläufig noch nicht sagen, welcher Art diese Stoffwechselvorgänge sind. Es stehen noch viel zu wenig Data über die physiologischen

Prozesse während der Gastrulation zur Verfügung. Nur auf eine Besonderheit darf ich hier aufmerksam machen.

An erster Stelle musz hier die Arbeit von VOSS (1931) erwähnt werden über die „Plasmalfärbung" am Axolotlei. Die „Plasmale" (denn es kommen offenbar verschiedene Plasmale vor) wurden bei der Nuclealfärbung von FEULGEN, die bekanntlich eine Aldehydreaktion darstellt, gefunden. Nach VOSS gehören sie zu den Lipoiden, in einer Fussnote jedoch erwähnt er noch Untersuchungen von FEULGEN u.A., woraus hervorgehen soll, dasz man mit einem Gemenge höherer Fettsäurealdehyde zu tun hat.

Merkwürdig ist es nun, dasz VOSS die Plasmalfärbung fast genau in denselben Zellen nachweisen konnte, wo ich die Glykogenreaktion fand. Kleine Unterschiede beruhen m.E. auf die Technik der Plasmalfärbung. Namentlich fällt die Erscheinung auf, dasz bei der Gastrula die Plasmalfärbung fehlt in den „flaschenförmigen Zellen im Bereich der Invaginationsgrube".

Im Jahre 1926 hat mein damaliger Assistent, VOORHOEVE, in einer umfangreichen Arbeit, die leider, weil sie in holländischer Sprache geschrieben wurde, in der internationalen Literatur fast unbekannt geblieben ist, über seine Erfahrungen mit der Nuclealfärbung an sehr zahlreichen Objecten berichtet. In einem besonderen Kapittel erwähnt er, dasz er die Plasmalfärbung immer in Zellen findet, die auch Glykogen enthalten und dasz bei Fütterungsversuchen, wobei in bestimmten Zellen der Glykogengehalt erhöht wurde, auch die Plasmalfärbung intensiver wurde. Er kommt zu dem Resultate, dasz Plasmal und Glykogen mit einander in genetischer Beziehung stehen. Er giebt aber auch zu, dasz es Plasmale giebt, die offenbar mit dem Glykogen nichts zu tun haben.

Auch beim Axolotlei trifft uns wieder das Zusammengehen in denselben Zellen von der Glykogenreaktion und der Plasmalfärbung, während da, wo Glykogen verschwindet, auch keine Plasmalfärbung mehr auftritt. Offenbar kommen neben dem Glykogen Stoffe von Aldehydcharakter in den Zellen der Axolotlkeime vor. Das kann ein Hinweis sein für weitere Untersuchungen über die Rolle, die das Glykogen in den embryonalen Zellen spielt.

Man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man die Vermutung ausspricht, dasz die besonderen Wirkungen, die von den Urmundlippen ausgehen (Organisationszentrum, SPEMANN), mit den Stoffwechselvorgängen, die ich bei der Glykogenreaktion fand, in irgend einer Weise zusammenhängen. Es muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben über diesen Zusammenhang aufzuklären.

LITERATUR.

BUYTENDIJK, F. J. J. u. WOERDEMAN, M. W.: Roux' Arch. f. Entw. Mech. **112**. 1927, pag. 387.

KONOPACKI, M.: Compt. rend. Soc. Biol. Paris. **91**. 1924, pag. 973.

KONOPACKI, M. et KONOPACKA, B.: Bull. intern. Acad. polon. Sc. et Lettr. Série B, 1926, pag. 229.
KUIPERS, H.: Ned. Tijdschr. Geneesk. **74**. 9, 1930, pag. 1156.
VOSS, H.: Zeitschr. Anat. u. Entw. gesch. **94**, 2—5, 1931, pag. 712.
VOORHOEVE, H. C.: Diss. med. Amsterdam, 1926.

Anatom. Embryol. Inst. d. Univ. Amsterdam.

History of Science. — *The "*VAN LEEUWENHOEK *Microscope" in possession of the University of Utrecht.* II. By Dr. P. H. VAN CITTERT. (Communicated by Prof. L. S. ORNSTEIN.)

(Communicated at the meeting of February 25, 1933.)

In a previous paper the magnification of the VAN LEEUWENHOEK microscope, which is in possession of the University of Utrecht, has been stated to be about 270 diameters in accordance with the measurements of HARTING and contrary to the description of MAYALL [1]). Further measurements have been made on the properties of the lense. The lense is apparently a ground lense, as it is biconvex with radii of curvature of about 0.75 mm. and a thickness of about 1.1 mm. The objectdistance is about 0.5 mm., the numerical aperture about 0.4 and the theoretical resolvingpower 0.7 μ. The lense is diafragmed on both sides: on the objectside by a diafragm of 0.5 mm. diameter, on the other side by a diafragm of 0.8 mm. The objectside of the lense is badly scratched, which is not to be wondered at, as this side of the lense is totally unprotected. As a consequence of these scratches a part of the image is spoiled, and of course the other parts of the image are also affected. Therefore the image is not so good as it undoubtedly has been in VAN LEEUWENHOEK's time [2]).

---

[1]) As far as is known in Utrecht, there has never been more than one VAN LEEUWENHOEK microscope in possession of the University of Utrecht. The microscope was originally a possession of the Physical Institute, but was borrowed by HARTING, who was the director of the Zoological Institute. After HARTING's death the microscope remained in care of the Zoological Institute untill recently: it was returned only some years ago to the care of the Physical Institute as a consequence of the foundation of the "Utrechtsch Universiteitsmuseum". The microscope described in 1886 by MAYALL must therefore be identical with the specimen described by HARTING in 1850. When my attention was drawn through DOBELL's book to the description of the microscope given by MAYALL as an inferior instrument with a magnification of only 40 diameters, I was urged to compare the instrument with the descriptions and I found that HARTING's account was in accordance with the facts. I cannot imagine how it was possible for MAYALL to give a description which is so totally in disaccordance with the instrument. Perhaps DOBELL hits the nail on the head when he says: "MAYALL apparently never saw the microscope which he described" (DOBELL, pg. 327)."

[2]) I have had made a glassglobe of about 1.1 mm. diameter, and used this as a lense with diafragm of about 0.5 mm. The resolving power and the magnification were of the same order as that of the VAN LEEUWENHOEK lense. All investigations, described hereafter, have been done with both lenses. It is astonishing, what can be seen through such a simple globe of glass.

To determine the resolvingpower of the microscope, a microphotograph was made of an object-micrometer divided in $^1/_{100}$ mm. On this photograph the diffraction pattern of the different lines was measured and a resolving-power of about 1 μ was calculated. This is in fair accordance with the microphotograph of an old "diffraction plate of NOBERT" reproduced in fig. 1 (magnification 200 diameters). The distances of the lines in the different rows are: 2.66 μ, 2.38 μ, 2.22 μ, and 2.02 μ. There is no doubt that the limit of the resolving power has not been attained in this photograph. (The spots on the microphotograph are not due to faults in the lense, but are real spots on the object).

The observation of stained bacteria was possible down to 1—2 μ. Of course with bacteria of this order of magnitude no details in form could be seen. Observations were made for example on: Bacterium coli ($\pm 3\,\mu$), Staphylococcus pyogenes citreus (1—2 μ), Sarcina flava (3—4 μ, the quadrilateral symmetrie was easily observable) and the bacteria of the teeth. With unstained living bacteria the limit was higher. It was however possible to observe the Bacillus mesentericus ($\pm$ 5 μ), but this, I think, was the limit. Smaller objects could however be observed if they were moving very rapidly: they are then detected by their motion, and not by their form. All these investigations have been done by the aid of transmitted light with an aperture of about 1 : 4. Further it was quite easy to observe the cilia of the paramaecium and of some rotifers, and the spirilla in canalwater.

Observations have also been made with capillary tubes partly filled with aquarium- or canalwater in the manner described by VAN LEEUWENHOEK (comp. DOBELL, page 211: "I took a little of this water and put it in a glass tube, whose diameter was about a fifteenth of an inch and which was filled for about an inch of its length with the water"). Protozoa could be observed very clearly, but their fast swimming made it very difficult to see details. Moreover the different depths at which they swam, made observation very difficult. But in the neighbourhood of the meniscus observation was quite easy. Near *a* (fig. 2) the protozoa are caught by the

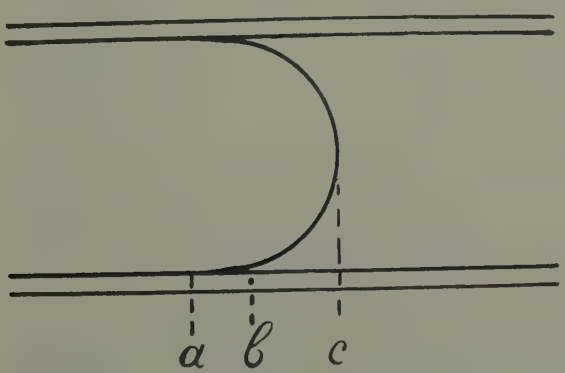


Fig. 2

capillary forces and can therefore be observed at leisure. Sometimes hundreds of them can be found there together, partly lying still, partly trying to escape from the trap, that has caught them, and, what is very important, they are all lying in one plane, so that it is quite easy to focuss on them. When VAN LEEUWENHOEK says: "My method for seeing very many animalcules all at once, I do not impart to others, but I keep that for myself alone" (DOBELL, pg. 144), it is quite possible that he was referring to observation in the meniscus. The animalcules often remain so quiet, that it is possible to photograph living ones with an exposure of several seconds. Such a photograph is reproduced in fig. 3 (magnification 200 diameters). The photograph has been taken purposely, when there were only a few protozoa in the meniscus, since, if there are too many, the mass is never at rest, and it is impossible to photograph them. Between *a* and *b* the protozoa can be observed swimming freely (of course not to be seen on the photograph on account of the long time of exposure). In the tube itself the protozoa can only be photographed by putting some gelatine in the water (fig. 4). This photograph has been made not with the original VAN LEEUWENHOEK lense, as is the case with the other photographs but with the glassglobe which we made ourselves. The magnification is 240 diameters, the object was canalwater. A number of another kind of protozoa (cyclidia?) and some spirilla are to be seen. Between *b* and *c* however there is automatically a dark ground illumination, caused by the refraction in the meniscus, and here it is indeed possible to observe the protozoa in dark ground illumination. It was impossible to see the organs of movement of these protozoa, but when it happened that one was at rest in the dark region, it was possible to focus on it. Then the bright outline of the animal caused by diffraction and a bright spot in the middle, caused by refraction, were to be seen. Immediately it began to move, however, a bright fan could be seen extending from it. In fig. 5 a photograph of this dark ground region is reproduced (it is of course overexposed on the liquid side and underexposed in the dark region itself).

DOBELL has suggested that VAN LEEUWENHOEK must have used dark ground illumination. Of course, it is impossible for me to say if this was actually the case, but, if VAN LEEUWENHOEK did observe his animalcules in the meniscus, he must have observed that the appearance of such an animal totally altered when it passed the dark ground region, and therefore, he had in any case the opportunity to hit upon the idea. On the other hand, experiments made with oblique illumination and with illumination along the length of the tube gave very unsatisfactory results. The observation of objects illuminated in this manner was very difficult and owing to the one sided illumination it was often impossible to recognise the object, when seeing the dark ground image.

I am very much indebted to Prof. Dr. W. C. DE GRAAFF and Dr. H. VELTHORST for their help with the microbiological part of this investigation.

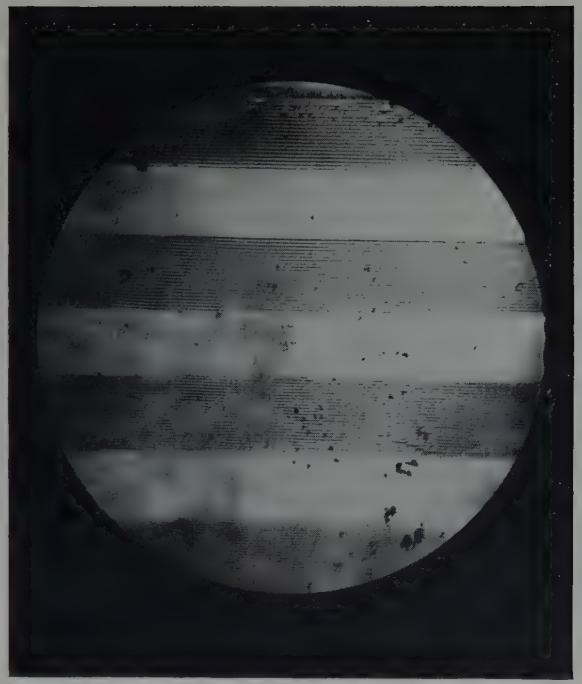


Fig. 1

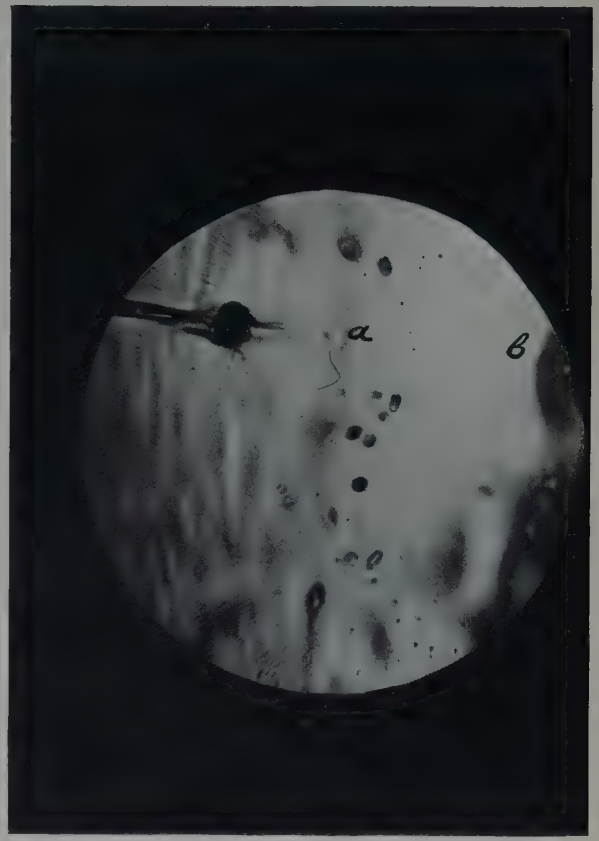


Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Geology. — *Das Kräfteproblem in der Tektonik.* Von R. W. VAN BEMMELEN. (Communicated by Prof. G. A. F. MOLENGRAAFF.)

(Communicated at the meeting of February 25, 1933.)

Seitdem der Deckenbau in den Alpen, sowie auch in anderen Gebieten, eine allgemein anerkannte Tatsache geworden ist, besteht in der geologischen Wissenschaft das Streben, alle Bewegungen der äusseren Erdkruste auf nur eine Art von Kräften, nämlich tangentielle Druckkräfte, zurückzuführen (ARGAND, BROUWER, STAUB). Vertikale Bewegungen der Oberfläche werden als Effekt lateraler Zusammenpressung der Erdkruste aufgefasst. Zwischen epirogenetischen Aufwölbungen von Kontinenten, jeantiklinalen Bergketten und antiklinalen Faltungsachsen von Sedimentserien bestehen nach dieser Auffassung nur quantitative oder graduelle, jedoch keine prinzipielle Unterschiede. Die verschiedenen Bewegungstypen stammen alle aus der gleichen Wurzel.

Dieser *unicausalen Auffassung* der Tektonik steht die *bicausale Interpretation* der Krustenbewegungen gegenüber, wobei diese Bewegungen aufgefasst werden als Effekt zweier verschiedener Kraftquellen: eine, die das Gleichgewicht in der Kruste stört und eine andere, die es wiederherzustellen trachtet.

STILLE (1924) hat die beiden Begriffe Epirogenese und Orogenese streng auseinander gehalten und ihnen wieder besondere Bedeutung gegeben. Die epirogenetischen Bewegungen nennt STILLE „Undationen" und die orogenetischen Faltungen „Undulationen". Weiterhin unterscheidet er zwischen General- und Spezialundationen.

HAARMANN hat in seiner Arbeit „Die Oszillationstheorie" (1930) eine bicausale Interpretation der Krustenbewegungen gegeben, worin die Begriffe Primär- und Sekundärtektogenese formuliert sind. Diese Begriffe decken sich mit denen, wie sie STILLE (1924, S. 10—15 und S. 20) gebrauchte. Unter Orogenese darf aber nicht die morphologische Hochhebung des Gebirges verstanden werden, wenn man erstere mit Sekundärtektogenese gleichstellen will, da diese Art von Bewegungen immer primäres Gefälle beansprucht.

Verfasser dieses sieht die Ursache der Primärtektogenese in der natürlichen magmatischen Differentiation. Diese stört das hydrostatische Gleichgewicht in der Kruste, was zu periodischen Massenbewegungen in der Fliesszone Anlass gibt. An der Oberfläche äussern sich die Massenverlagerungen in der Form von vertikalen Bewegungen (Primärtektogenese).

Diese vertikalen Oszillationen (HAARMANN) oder Undationen (STILLE) können sich, Zeit und Raum eingerechnet, zu Bodenwellen entwickelen,

die sich seitwärts fortbewegen (*Undationszyklen*). Mit Hilfe der Undationszyklen ist es möglich, Deckenbildungen alpiner Dimensionen zu erklären, was Oszillationen allein nicht vermögen.

Die Undationen hat Verf. (in 1932*d*) weiter verteilt in:

Stille	Van Bemmelen			
Generalundationen	Undationen	erster	Ordnung	= Kontinentale Aufwölbungen und Geosynklinalgebiete
Spezialundationen	„	zweiter	„	= Geantiklinalen (Gebirgsketten, Inselbogen) und Geosynklinalen
	„	dritter	„	= "Tumore" und Depressionen in einer Gebirgskette mit wenigen Dutzenden km Durchmesser.

Alpine Deckenhäufungen sind die Folge von Zyklen, die sich aus Undationen zweiter Ordnung innerhalb eines Geosynklinalgebiets (Undation erster Ordnung, z. B. Tethys) zusammensetzen. Als Reaktion auf diese primären Bewegungen werden nämlich infolge der Schwerkraft neue Krustenbewegungen hervorgerufen, welche die primären Reliefunterschiede wieder auszugleichen bestrebt sind. Diese sekundären Bewegungen in der Kruste schliesst der Begriff Sekundärtektogenese ein.

Die Erosion ihrerseits trachtet das Erdrelief einzuebnen, während die Sekundärtektogenese durch Massenverschiebungen unter der Oberfläche dasselbe Ziel zu erreichen versucht. Im allgemeinen sind die sekundärtektogenetischen Massenverschiebungen (hinsichtlich der Massen) durchaus als die wichtigsten anzusehen.

Verf. hat die Sekundärtektogenese weiter unterverteilt in Sekundärtektogenese i.e.S. (erdoberflächennahe Gleitungsvorgänge im Sinne von Haarmann) und Sekundärtektogenese in grösserer Tiefe, die das Zerfliessen der Anhäufungen der verschiedenen Differentiationsprodukte in der Fliesszone umfasst.

Die unicausale und die bicausale Analyse der Krustenbewegungen sind zwei sich diametral gegenüberstehende Interpretationsarten, die in der Praxis, bei der geologischen Kartierung, zu völlig verschiedener Darstellung führen können. Es ist z. B. unmöglich, sich ein richtiges Bild von der Bildung gangförmiger Erzablagerungen oder von der Faltung in Ölgebieten zu entwerfen, wenn man Art und Grösse der Kräfte, die diese Gebilde entstehen lassen, nicht kennt.

Der Geologe vermeidet es im allgemeinen auf Art und Grösse der tektonischen Kräfte näher einzugehen, aber auf die Dauer lässt sich mit einer derartigen Straussvogelpolitik nicht weiterarbeiten. Denn selbst streng logische Rekonstruktionen der Erdgeschichte auf unsicherer Grundlage müssen zu irrigen Darstellungen führen.

Als Ursache der tangentiellen Kräfte werden verschiedene Möglichkeiten angegeben.

Eine der meistgenannten ist die der *Polflucht*. NÖLKE (1924, S. 56) berechnete jedoch, dass die Polflucht einer kontinentalen Scholle von 5000 km Durchmesser eine Kraft von nur 2 Atm. je qcm auf dem Meridianschnitt zur Folge hätte; für kleinere Schollen ist sie proportional dem Durchmesser kleiner. Diese Kraft reicht darum nicht aus, die Kontinente durch das Substrat zu führen und dazu noch Aufpressungen von mehreren tausend Meter hohen Gebirgen zu verursachen. Polflucht kann nur geringe moleculare Spannungen verursachen.

AMPFERER hat das Prinzip der *Friktionskoppelung* zwischen Magmaunterströmungen und der Kruste aufgestellt. Es erscheint Verf. jedoch unwahrscheinlich, dass Bewegungen der subkrustalen Massen auf diese Weise auf das Dach übertragen werden könnten. Die Grenze zwischen Bruch- und Fliesszone ist eine allmähliche, nicht abrupt. Wenn eine hochviscose Substanz unter einer festen Kruste durchfliesst, wird die Bewegungsgeschwindigkeit im Innern des Stromes am grössten sein, jedoch nach den Grenzflächen zu asymptotisch bis auf Null sinken (siehe Profile VAN BEMMELEN 1932 *b* Fig. 13 und *d* Fig. 3).

NÖLKE hat die Energie berechnet, die nötig ist, um die Kruste über das Substrat hinzuschieben. Die Kraft, die zur Verschiebung einer Krustenscholle von 10.000 km Durchmesser um einen Meter jährlich nötig ist, beträgt nur 0.4 Atm. je qcm. Diese Kraft ist also so gering, dass die von ihrer bei dieser Bewegung verrichteten Reibungsarbeit, verglichen mit der für Gebirgsbildung benötigte Arbeit, durchaus vernachlässigt werden kann.

Umgekehrt ist auch die Energie, die eine unter der Erdkruste stattfindende Magmaströmung durch Reibung an diese Kruste abgeben kann, bei weitem nicht genügend für die Gebirgsbildung.

Nur wenn die Magmaunterströmungen eine Folge sind von Niveauunterschieden, die auch der Kruste ein gewisses Gefälle verleihen, besteht die Möglichkeit, dass Schollen dieser Kruste von den Flanken der Aufwölbung abgleiten. *Diese tangentielle Bewegungstendenz, die u.a. in den Theorien über Westdrift der Kontinente durch Gezeiten in der Erdkruste und in den „continental sliding"-Theorien von* DALY, JOLY, *u.a. eine Rolle spielt, ist nichts anderes als eine Folge der Gravitation und fällt somit unter den Begriff der Sekundärtektogenese.*

In seiner neuesten Arbeit „Tektonik und Verformungslehre" weist W. SCHMIDT ausdrücklich darauf hin, dass für die Erklärung grosser Deckenüberschiebungen nur Massenkräfte in Frage kommen können, d.h. solche, die in jedem einzelnen Massenteilchen des Gesteines wirksam sind (1932, S. 11—12 und S. 154).

Auf die Unmöglichkeit der Vorstellung, dass tangentielle, zu Überschiebung führende Kräfte von der Wurzel bis zur Stirn einer Schubdecke übertragen werden können, hat auch Verf. an verschiedenen Stellen in

früheren Arbeiten hingewiesen (VAN BEMMELEN), 1931 *a*, S. 103—111; 1931 *c*, S. 652).

Wir erhalten somit eine wesentliche Einschränkung der tatsächlich in Frage kommenden Kräfte.

Man kennt in der tektonischen Geologie nur zwei Arten von Massenkräften, nämlich die zentripetal wirkende Schwerkraft und die tangentiell wirkende Polflucht. Letztere ist zudem nur unter bestimmten Umständen wirksam. Es genügt nicht, dass an einer bestimmten Stelle der Erdkruste Masse vorhanden ist, sondern diese Masse muss auch über die Erdoberfläche hinausragen, um von der Polflucht ergriffen werden zu können.

Obengenannte Berechnungen von NÖLKE zeigen uns aber, dass die Kräfte der Polflucht, auch wenn sie wirklich vorhanden sind, unzureichend sind für die Gebirgsbildung, sodass also *nur noch die Gravitation als treibende Kraft für das Phänomen grosser Schubdeckenbildung in Betracht kommt.*

Natürlich bleibt die Möglichkeit bestehen, dass lokal von massiven Krustenteilen u.dgl. Druckkräfte übertragen werden, wodurch die Decken eine Normalbeanspruchung in der Gleitrichtung erhalten. Dies verursacht nach SCHMIDT eine Steilerstellung der Gleitflächen, wie z. B. bei der Brandung einer Deckenstirn. „Im algemeinen muss aber betont werden, dass der normale Zustand einer Decke in Weitbewegung frei von derartigen Längsbeanspruchungen sein wird, und dass wir das Auftreten von solchen für die Endschaft der Bewegungen als wahrscheinlich halten". (SCHMIDT, 1932, S. 161).

Bei der Bildung von Schubdecken sind also nicht die Längsbeanspruchungen oder tangentiellen Druckkräfte das Primäre; die Hauptursache sind vielmehr durch eine Massenkraft (Schwerkraft) ausgelöste Gleitungsvorgänge. Tangentieller Druck ist nur eine zufällige Nebenerscheinung, wenn der Bewegung Widerstand geleistet wird.

Die Massenkraft der Gravitation erhält dann erst „Wegefähigkeit" oder potenzielle Energie sobald eine andere, davon unabhängige Ursache das hydrostatische Gleichgewicht in der Kruste stört.

SCHWINNER denkt sich diese Gleichgewichtsstörung als eine Folge von Temperaturunterschieden in den Schichten der Erdkruste, die man mit Gleichgewichtsstörungen der Atmosphäre vergleichen könnte. Dabei muss man jedoch bedenken, dass Temperaturunterschiede in den Gasen der Atmosphäre wesentliche Volumen- und Dichteunterschiede verursachen, wogegen die in festen Körpern durch Temperaturveränderungen hervorgerufenen Dichteunterschiede sehr klein sind. So ändert sich z. B. das spez. Gewicht von Granit bei einer Temperaturänderung von 100° C nur um etwa 0,000.010 der Einheit.

Die Erdkruste besteht nach der Seismologie aus mehreren, nach der Tiefe zu sprungweise an spez. Gewicht zunehmenden Schichten. Die Zunahme des spez. Gew. beträgt auf den Grenzen dieser Schichten verschiedene

Einheiten der ersten Dezimale. Diese Lagenstruktur der Erdkruste verursacht eine hydrostatische Stabilität, die so gross ist, dass sie unmöglich durch Temperaturunterschiede dermassen gestört werden kann, dass Konvektionsströmungen darin entstehen, welche jene Stabilität überwinden können.

Nur wenn durch eine bestimmte Ursache Dichteunterschiede entstehen, deren Grössenordnung der Zunahme des spez. Gew. nach der Tiefe zu entspricht, wird das hydrostatische Gleichgewicht dermassen gestört, dass dadurch subkrustale Massenbewegungen grossen Massstabes hervorgerufen werden können.

Eine solche Störung kann durch *den Prozess der magmatischen Differentiation* verursacht werden. *Sie ist ein Vorgang, der als Energielieferant der Gravitation Wegefähigkeit zu verleihen vermag.*

Die Undationstheorie stützt sich also auf zwei gut bekannte Energiequellen: Einerseits auf die magmatische Differentiation, einen allgemein anerkannten und in seinem Verlauf verhältnismässig gut bekannten Prozess, der das hydrostatische Gleichgewicht in der Kruste stört; andererseits auf die Schwerkraft, eine überall vorhandene, messbare Massenkraft, die das hydrostatische Gleichgewicht in der Erdkruste wiederherzustellen bestrebt ist.

Diese bicausale Analyse der Krustenbewegungen steht also, was das Kräfteproblem betrifft, auf einer viel gesünderen Grundlage als die unicausale Darstellung, die tangentielle Kräfte voraussetzt, deren Art und Grösse so gut wie unbekannt sind [1]).

Dazu muss noch bemerkt werden, dass Krustenbewegungen, die eine Folge magmatischer Differentiation und der Schwerkraft sind, unabhängig von möglicherweise erdumfassenden Kontraktionen verlaufen können. Der Effekt derartiger Kontraktionen wird, wenn sie wirklich auftreten, erstgenannten Bewegungen superponiert. Auch radioaktive Wärmeentwicklung ist ein Faktor, der nicht im Widerspruch steht zu dem in der Undationstheorie zum Ausdruck kommenden Bewegungsmechanismus. Er müsste eher als bewegungsverstärkender Faktor aufgefasst werden, weil durch ihn die Viscosität der subkrustalen Massen und damit deren Widerstand gegen die Wiederherstellung des hydrostatischen Gleichgewichts verringert wird.

Bandoeng, Januar, 1933.

---

[1]) Als Beispiel einer Analyse von Bodenbewegungen im Sinne der v. Verf. aufgestellten Undationstheorie wurden bereits der Malakka-Undationszyklus und die mittelatlantische Schwelle behandelt (1932 b, c, d).

Sobald ferner das vom Verf. aufgenommene Blatt Bandoeng der geologischen Karte 1 : 100.000 von Java erschienen sein wird (wahrscheinlich vor Ablauf dieses Jahres), hofft er eine eingehende Analyse der oberflächennahen Sekundärtektogenese zu geben, welche in diesem Gebiet besonders deutlich zu beobachten ist.

ANGEFÜHRTE SCHRIFTEN:

BEMMELEN, R. W. VAN, 1931*a*: Kritische beschouwingen over geotektonische hypothesen. Natuurk. Tijdschr. Ned. Indië, **91**, 2, S. 93—117.

———— 1931*b*: De bicausaliteit der bodembewegingen, (With English Summary). Ibidem, **91**, 3, S. 363—413.

———— 1931*c*: Magma- und Krusten-Undationen. Verh. VIe Natuurw. Congr. Bandoeng (Java), Sept. 1931, S. 645—655.

———— 1932*a*: Ueber die möglichen Ursachen der Undationen der Erdkruste. Proc. Kon. Ak. v. Wetensch. Amsterdam, **35**, S. 392—399.

———— 1932*b*: De Undatietheorie (hare afleiding en hare toepassing op het westelijk deel van den Soendaboog). (With English Summary). Natuurk. Tijdschr. Ned. Indië, **92**, 1, S. 85—242.

———— 1932*c*: Nadere toelichting der Undatietheorie. (With English Summary). Ibidem, **92**, 2, S. 373—403.

———— 1932*d*: Die Undationstheorie und ihre Anwendung auf die mittelatlantische Schwelle. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., im Druck.

HAARMANN, E. 1930: Die Oszillationstheorie. Stuttgart 1930.

NÖLKE, FR. 1924: Geotektonische Hypothesen. (Eine kritische Zusammenstellung). Berlin, 1924.

SCHMIDT, W. 1932: Tektonik und Verformungslehre. Berlin, 1932.

STILLE, H. 1924: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin, 1924.

Geology. — *The Malay double (triple) orogen.* (With 1 map). By G. L. SMIT SIBINGA. (Communicated by Prof. G. A. F. MOLENGRAAFF).

(Communicated at the meeting of February 25, 1933.)

PART I.

Introduction.

The idea of the duplexity and partly triplicity of the Malay orogen originated in 1922, being for the greater part the result of geological study but being no less the result of the collaboration of geologist and biologist. It has been a first serious attempt to explain the origin of the Eastern entangled part of the Malay Archipelago and the migration of its fauna by a reconstruction of the original arcuate orogens by accepting the principle of horizontal continental crustmovement.

First communicated in a lecture by L. F. DE BEAUFORT and the writer, delivered before the Geological Section of the Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap on May 26, 1923[1]), a subsequent summarizing account has been given by L. F. DE BEAUFORT in 1926[2]), while a short geological treatise on the subject was published by the writer in 1927[3]).

---

[1]) G. L. SMIT SIBINGA en L. F. DE BEAUFORT: Over het ontstaan van den Maleischen Archipel. Versl. d. geol. sectie v. h. Geol. Mijnb. Gen. 1925. p. 64.

[2]) L. F. DE BEAUFORT: Zoögeographie van den Indischen Archipel. 1926.

[3]) G. L. SMIT SIBINGA: WEGENER's theorie en het ontstaan van den oostelijken O. I. Archipel. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. Dl. 44, 1927, p. 581.

Both from a zoögeographical [2]) as well as from a phytogeographical [4]) point of view interest has been taken in the idea of the originally arcuate and undisturbed Malay orogens being a working hypothesis to find a reasonable explanation of the migration and distribution of fauna and flora in the Archipelago.

During the past decennium the geological knowledge of the Malay Archipelago has increased in many respects. The writer himself had the opportunity to do geological work in the East Indies, the character of which could give him an insight into stratigraphical and tectonical details particularly of the tertiary strata surrounding the continental Asiatic part of the Archipelago.

The important results obtained by F. A. VENING MEINESZ [5]) during his maritime gravity survey in the Netherlands East Indies appear to be in harmony in every respect with the writer's ideas.

It seems desirable therefore to present a paper that takes into account all new facts. Although the fundamental principle of the idea: the existence of an originally undisturbed arcuate Malay double, partly triple orogen remained unaltered — on the contrary could be substantiated much stronger — several details will have to be modified, several others will appear to have conclusively proved their exactness.

The writer fully realizes that increasing geological knowledge will amend perhaps many other details, but at the same time he feels sure that it will not change the fundamental principle.

In previous papers the writer used terms as island arcs, geanticlines, etc. According to modern geotectonic nomenclature the term "orogen" seems more preferable. For the greater part the Malay island arcs already have left the geanticlinal stage and may be considered as well developed orogens. Only the submarine ridge South of Java seems still a real geanticline.

Fundamentals of the Malay orogens.

The Sea of Okhotsk, the Sea of Japan, the Yellow Sea, the South China Sea and the Malay Archipelago are each but a part of a geosyncline on the border of Eastern Asia. Numerous observations indicate that this gigantic trough is an active geosyncline which originated for the greater part in Mesozoic times. It is an active marginal trough in the primitive sense of HALL and DANA. The Malay part of this originally purely Asiatic geosyncline, in consequence of the encounter at the border of the Pacific

---

[4]) H. J. LAM: Het genetisch-plantengeografisch onderzoek van den Indischen Archipel en WEGENER's verschuivingstheorie. (The genetic phytogeography of the Malay Archipelago and WEGENER's theory of continental shift. English summary of the dutch paper). Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. Dl. 47. 1930. p. 553.

[5]) F. A. VENING MEINESZ: Maritime gravity survey in the Netherlands East Indies; tentative interpretation of the provisional results. These Proceedings. Vol. 33, 1930, p. 566.

F. A. VENING MEINESZ: Gravity anomalies in the East Indian Archipelago. The Geographical Journal. Vol. 77, 1931, p. 323.

of Asiatic and Australian crustmovements grew to a mesogeosyncline in the sense of SCHUCHERT. The Malay geosyncline primary has been exclusively marginal as all other Eastasiatic geosynclinal basins still are at the present day. Later on in earth's history it became intercontinental, the present intercontinental character thus being a secondary property.

STILLE [6]) has rightly pointed out that HAUG postulated a great Pacific continent principally for that reason to afford the North- and South-American cordilleras an intercontinental character. The instance of the Malay Archipelago shows obviously to which confusion of ideas HAUG's assumption of the primary intercontinentality has led.

HAUG's postulate already has been opposed in 1920 by MOLENGRAAFF [7]) who stated the fact that in Neogene time a continuous geosynclinal area (which was folded afterwards) extended in a semicircle along the coast of the continental Sundaland, which made it doubtful whether HAUG and P. SARASIN were right in considering the East Indian Archipelago as the area where the Alpine and the Circum-Pacific orogenetic systems meet or are interlaced. MOLENGRAAFF therefore prefers to distinguish between a Circum-Asiatic and an Australo-Pacific orogenetic system as those which may be surmised to meet or to be interlaced in the East Indian Archipelago.

The writer pointed out in 1928 [8]) that the mode of origin of the Upper-triassic deposits in the Molucca's in a similar semicircle marginal to the Mesozoic Sundaland implied the same doubt with regard to the earlier Mesozoicum.

Recently VENING MEINESZ (l.c.) has come to the same conclusion on account of his gravity measurements, stating that the Eastasiatic orogenetic system seems to be the continuation of the Alpine-Himalayan system.

The recognition of the secondary intercontinentality of the Malay geosyncline is of principal fundamentality. It leads to the acknowledgment that the geological history of the Malay Archipelago passed through two principal different stages of evolution, the problem of its origin being a binary problem.

The first stage of evolution deals with the development of the marginal purely Asiatic geosyncline; an Asiatic problem in sensu lato. The second stage of evolution deals with the development of the Australo-Asiatic mesogeosyncline. This is a Malay problem in sensu stricto.

Considering the first stage of development, the Asiatic crustmovement still finding an unobstructed path, there is no conclusive reason to assume that the Malay part of the Asiatic marginal belt should have had an abnormal evolution, nor to postulate a structural plan divergent from the quite regular, at present still undisturbed Eastasiatic scheme of arcuate

---

[6]) H. STILLE: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. 1924, p. 7.

[7]) G. A. F. MOLENGRAAFF: On the geological position of the oilfields of the Dutch East Indies. These Proceedings. Vol. 23, 1920, p. 448.

[8]) G. L. SMIT SIBINGA: De geologische ligging der boventriadische olie- en asfalt-afzettingen in de Molukken. Natuurk. Tijdschr. v. Ned. Indië, Dl. 88, 1928, p. 111.

mountainranges. This consideration leads to the logical conclusion that in the Asiatic stage of evolution undisturbed arcuate orogens existed likewise in the Malay Archipelago. Accepting the principle of continental crustmovement, the disturbance of these originally arcuate orogens is to be imputed to the Australian crustmovement. With the beginning of the Australian action in the Archipelago the second stage of evolution, namely the development of the Australo-Asiatic mesogeosyncline set in.

To unravel the problem of the origin of the East Indian Archipelago it seems a question of first-order importance to determine the primary arcuate orogens. It will never be possible to conceive the development of the at present chaotic Molucca Archipelago if we do not know from what it has been originated. It is certainly a curious fact that most geologists do not seem to realize the paramount importance of this starting point and never seriously approached it with an open mind.

The still undisturbed parts of that primary arcuate Malay orogen show that it was not a single but a double and partly even triple orogen. Along the Southwestern border of the Asiatic continent (the Sundaland) the still almost undisturbed orogens form two nearly parallel arcuate rows of islands, only South of Java interrupted by a still submarine geanticline. Entering within the reach of the Australian continent the Southern one: the Molucca-orogen, is crushed many a time, while the Northern one: the Sunda-orogen, lying out of the immediate sphere of action of this continent remained fairly undisturbed.

From the most Southern Philippine-island Mindanao likewise a double-orogen starts to the South. The Sunda-orogen runs through the Sangi Is. to the Northern peninsula of Celebes; the Molucca-orogen runs to the Talaud Is. South of which the surface connection is entirely disrupted. Further to the South the primary connection of the surface layers is still more disturbed and the positive part of the orogen is shattered to pieces. Thus from the Southern border of the Sundaland as well as from the Eastern border a double-orogen runs into the Molucca Archipelago. This fact proves conclusively that the primary Malay orogen must have been in the main a double-orogen.

The duplexity of the Malay orogen however is complicated by the entry of the Pelew-Ladrone (Marianne)-orogen. Formerly Halmaheira has been considered the point, where the Pelew-orogen was rooted in the Molucca-orogen, Halmaheira thus being a bifurcation-point in the Eastasiatic orogenetic system, similar to Hondo. There is some reason to surmise however, that the Pelew-orogen does not end in the Halmaheira-group, but continues in the Archipelago at least up to Northern Buru and most probably still further.

In a following chapter it will be shown that the Sunda-orogen as well as the Molucca-orogen each may be sharply characterized as geological units by divergent orogenetic and magmatic cycles. Though our limited knowledge does not yet allow to characterize the Pelew-orogen as an

orogenetic-magmatic unit in a similar way, several elements in the Malay Archipelago which neither belong to the Sunda-orogen nor to the Molucca-orogen nor to the Australian orogens as e.g. the Sula-Banggai Is. show some undeniable affinity to the Pelew-orogen.

Reconstruction and characterization of the Malay orogens.

When ten years ago the writer made a first attempt to disconnect and to reconstruct the Malay orogens it could not be based otherwise than in the main on general geological affinities and contrasts, therefore more on relative than on absolute characteristics. Since geological knowledge advanced in many respects so that the reconstruction of the primary Sunda- and Molucca-orogens at present may be better founded. With regard to the Pelew-orogen we are not yet in a position to give a sharp characterization of its typical orogenetic and magmatic main features and still only may dispose of general geological affinities.

The discernment of two, partly three orogens has been proved to be quite correct; however, the reconstruction of the highly disturbed Molucca-orogen has to be changed in some details as several new facts point to a further continuation of the Pelew-orogen in the Molucca-Archipelago. With regard to the different ways which lead to the undermentioned reconstruction the writer may refer to his paper of 1927.

It is generally accepted that in the earth's history similar geological circumstances generate similar series of igneous rocks. On this consanguinity well-defined petrographical provinces, groups of comagmatic rocks in space and time are built up. Experience further taught us that magmatic rocks, which occur in great abundance and variety in the geosynclines and in the orogens that originated from them, show a distinct and well-defined historical sequence, which regularly appears in all geosynclines. Tectonic and magmatic evolution show intimate relations. The beginning of the geosynclinal phase is characterized by the abundant eruption of submarine basic and ultrabasic igneous rocks. In a later phase volcanism is changing both in chemical constitution and in mode of eruption. Igneous rocks occur in greater variability; next to undersaturated, saturated and oversaturated igneous rocks appear. The orogenetic main phase is typified by the abundant eruption of granites or granodiorites, foreboding the end of the orogenetic and the magmatic cycle. The magmatic cycle is characteristic for the geosyncline and is lacking in all other elements of the earth's crust.

Tectonic elements thus may be defined almost more sharply by their magmatic evolution than by purely tectonical processes. The evolution of each orogen is characterized by its orogenetic cycles, but much sharper by its typical magmatic cycles. The petrology of the Malay Archipelago however is still in its infancy. Modern petrographical descriptions are as yet scarce and reliable magmatic analyses are still rarer. A plutogenetic analysis

of the Archipelago thus for the time being will be a vain wish. The only thing we can do on the strength of the available facts is to determine the historical sequence, i.e. the magmatic cycles and to trace their relation to the orogenetic cycles.

The Sunda-orogen.

The Sunda-orogen principally consists of the following elements: Sumatra, Java, the little Sunda Is. (Bali-Roma), the s.c. inner Banda-arc (Damar-G. Api), the Tiger Is., Tanah Djampea, Saleyer, Western Celebes (i.e. Celebes West of the divisional line), the Sangi Is., the Sarangani Is.

Generally speaking the Sunda-orogen is characterized by the quantitative predominance of oversaturated igneous rocks in contradistinction to the Molucca-orogen. The oldest orogenetic and corresponding magmatic cycle that can be traced in the Sunda-orogen ended with the old variscic (caledonic?) main orogenesis and the eruption of Precarboniferous granites (Sumatra, W. Celebes). The next orogenetic and parallel magmatic cycle ended with the Cretaceous main orogenesis, which has been very intensive in the Sunda-orogen (isoclinal folding and overthrusting on Sumatra and Java) and the abundant intrusion of Cretaceous granites (Sumatra, W. Celebes). The Tertiary cycle ended with the Plio-pleistocene main orogenesis and is characterized by Tertiary grano-diorites (Sumatra, Java, W. Celebes, etc.).

The Sunda-orogen showing at least three orogenetic and magmatic cycles may be typified as an orogenetically and magmatically well developed orogen.

The Molucca-orogen.

To the Molucca-orogen belong principally the following elements: the Mentawei Is. (Simeulu—Enggano), the submarine ridge South of Java, the s.c. outer Banda-arc (Sumba—Buru) pp., the Tukang Besi Is., the Buton Archipelago, Eastern Celebes (i.e. Celebes East of the divisional line), Batjan, Western Halmaheira, Morotai, the Talaud Is.

Generally speaking the Molucca-orogen is characterized by the quantitative predominance of undersaturated igneous rocks in contradistinction to the Sunda-orogen. It is still unknown whether and how the old variscic (caledonic?) orogenetic and magmatic cycles are developed in the Molucca-orogen as the age of the oldest tectonic movements and the oldest Molucca-granites cannot yet be determined exactly. The cretaceous main orogenesis has but slightly affected the Molucca-orogen. A limited occurrence of cretaceous granites may be considered to be probable. The main Tertiary orogenesis, which has been very intensive in the part of the Molucca-orogen opposite the Australian continent and in the part that now forms Eastern Celebes (overfolding and overthrusting) took place in Miocene time; Tertiary granites or grano-diorites however, as far the writer is aware, have not yet been discovered, which is certainly a curious fact. If they exist their occurrence may be a very limited one.

The Molucca-orogen showing at least two orogenetic cycles, few oversaturated igneous rocks and as far we know at present no well developed magmatic cycles, may be typified as an orogenetically perhaps well developed but magmatically at all events less developed orogen.

Comparing the two orogens, both are characterized at least since young Mesozoic time by a divergent as well plutogenetic as orogenetic evolution, which divergency is still continuing down to the present day.

The Pelew-orogen.

As already stated above our limited knowledge does not yet allow us to determine the orogenetic and magmatic cycles of the Pelew-orogen. For the time being all Asiatic elements in the Archipelago, which on the one side orogenetically and magmatically do neither belong to the Sunda- nor to the Molucca-orogen, but which on the other side show geological affinities to the Pelew-orogen are to be classed among the latter, with a certain reservation. The reconstruction of the Pelew-orogen has therefore still to be considered as a tentative and provisional one.

The Pelew-orogen is characterized by a substructure consisting of Pretertiary crystalline schists, oversaturated, saturated and undersaturated igneous rocks. From the Pelew Is. the orogen without difficulty may be pursued up to the Asia Is. and the Aju Is. Between Halmaheira and New Guinea the orogen seems to be highly disturbed. Our scanty geological knowledge of this area, which belongs to the least explored parts of the Archipelago, makes it still very difficult to trace it here with any certainty. It seems probable that the morphological analogy between Halmaheira and Celebes is founded on the same structural analogy and that Halmaheira consists of two different, secondary jointed orogens. In the case of Celebes a part of the Molucca-orogen has been squeezed into the Sunda-orogen, in the case of Halmaheira a part of the Pelew-orogen would have been squeezed into the Molucca-orogen.

Obi is characterized by a Prejurassique substructure of crystalline schists, oversaturated, saturated and predominant undersaturated igneous rocks.

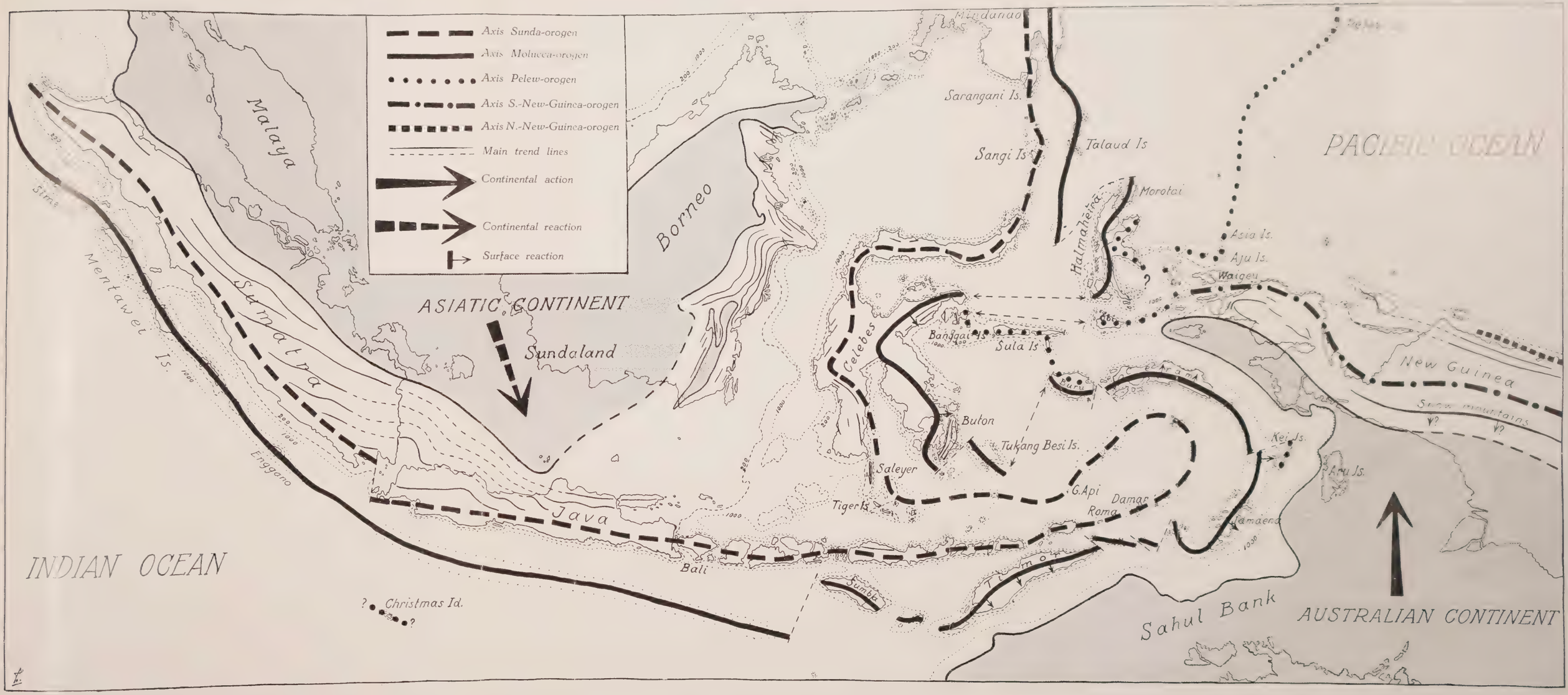
The Sula-Banggai-group consists of a partly Pre-upperliasique (Sula Is.), partly at least Pre-tertiary (Banggai Is.) substructure of crystalline schists, predominantly oversaturated, and saturated igneous rocks. This group of islands, which has neither any magmatic affinity to the Sunda-orogen (lack of Cretaceous and Tertiary granites) nor to the Molucca-orogen (predominance of oversaturated igneous rocks) shows some undeniable magmatic relation to the Pelew-orogen.

The geological affinity of Sula Sanana to the crystalline area of Northern Buru has been advocated with argumentative force by WANNER[9]), whose publications mentioned below may be referred to.

---

[9]) J. WANNER: Zur Tektonik der Molukken. Geol. Rundschau, Bd. 12, 1921, p. 155.
J. WANNER: Geol. Ergebnisse der Reisen K. DENINGER's in den Molukken. I Beitrag z. Geologie d. Insel Buru. Palaeontographica, Suppl. IV, Abt. III, Lfg. 3, 1922.

YOUNG TERTIARY TECTONIC PLAN OF THE MALAY ARCHIPELAGO



From Ceram up to Timor the Molucca-orogen is strongly squeezed and crushed under the immediate influence of the Australian continent. There is some reason to surmise that the Pelew-orogen here entirely joined the Molucca-orogen. The fact that the abundant basic and ultrabasic igneous rocks, which are more or less an index-rock of the Molucca-orogen, for the greater part occur at the concave side of this part of the orogen would be in support of this view. Off the Aru Is. however, where due to an inlet of the continental border the joining squeeze must have been less intensive, the two orogens seem to be still more or less independent. In this connection special attention should be drawn to the different tectonic structure of the Kei Is. The most western islands of the group (Fadoh, Kur) have a crystalline substructure pointing to a geological relation with Ceram. The substructure of the most eastern island Great Kei is unknown, but the tectonic structure and main trend are quite divergent.

Perhaps the Pelew-orogen may be pursued still further to the curious Christmas Island and the submarine ridge West of the Nicobar and Andaman Is. It hardly needs emphasis that the latter is a mere suggestion, as we do not know anything about the Pretertiary substructure of Christmas Island [10]).

The most prominent features of the above reconstruction and characterization will be discussed somewhat further.

Western Celebes belongs to the Sunda-orogen on account of the predominance of oversaturated igneous rocks in general and the presence of at least three complete orogenetic and corresponding magmatic cycles in particular. Eastern Celebes is a part of the Molucca-orogen on account of the predominance of undersaturated igneous rocks, the absence or scarce occurrence of Youngmesozoic and Tertiary oversaturated igneous rocks, feeble Youngmesozoic and very intensive Youngtertiary orogenesis.

During the past years extensive geological investigations have been carried out on Celebes by the Royal Dutch under the leadership of Fr. Weber and L. von Lóczy and by the Indian Government under the leadership of H. A. Brouwer. Of all these important investigations very little is as yet available. The little that has been published however is already interesting enough to be looked at in the proper light.

On account of different associations of rocks Brouwer [11]) divides central Celebes in three zones. The most Eastern zone, which continues in the Northeastern and Southeastern peninsula's is characterized by the abundance of basic and ultrabasic igneous rocks, cherts partly full of Radiolaria and limestones which principally are of Mesozoic age. The most Western zone is characterized by the abundance of granitic rocks, its sediments being partly of Mesozoic age but of a facies different from that of the

---

[10]) G. A. F. Molengraaff: Geologie in: De Zeeën van Nederlandsch Oost Indie, 1921, p. 293.

[11]) H. A. Brouwer: The major tectonic features of Celebes. These Proceedings, Vol. 33, 1930, p. 338.

Eastern zone. Between these two zones BROUWER distinguishes a third middle-zone in which crystalline schists predominate and not sharply separated from the Eastern zone, as e.g. to the North and to the South of Posso-lake rocks are found similar to those of the Eastern zone.

KÜNDIG [12]), one of the fellow-workers of FR. WEBER, recently published a tentative characterization of the crystalline schists of Celebes, from which it appears that the crystalline schists of the middle-zone of central Celebes form a natural unit with those of the Southeastern peninsula. KÜNDIG describes this unit as a metamorphic series of sediments, characterized by a typical mineral association of typomorphic authigenous minerals like Glaukophane, Lawsonite, Ottrelite and Piemontite. This type of crystalline schists nowhere occur in Western Celebes. The middle-zone of predominant crystalline schists consequently has to be reckoned to Eastern Celebes. This fact is of utmost importance as it establishes the existence of *one* curious meridional divisional line that runs through central Celebes, emphasizing the duplexity of Celebes to which MOLENGRAAFF (l.c. p. 303) already drew the attention in 1921.

In the writer's opinion the divisional line of central Celebes represents the cicatrix between the two orogens, separating a geological element characteristic for the Sunda-orogen from a geological element typical for the Molucca-orogen.

The complementary features of the junction of Eastern Celebes to Western Celebes are the two great disjunctions between Eastern Celebes and the other parts of the Molucca-orogen, i.e. the disruption Tukang Besi — Buru (MOLENGRAAFF, l.c. p. 303) and the disruption Bualemo-peninsula — Batjan. Both disjunctions have been confirmed by the gravity measurements as will be discussed in the last chapter.

12) E. KÜNDIG: Versuch einer petrographischen Characteristik des kristallinen Grundgebirges von Celebes, Schweiz. Min. Petr. Mitt., Bd. XII, 1932, p. 450.

Plantkunde. — *De invloed van lage temperaturen op het snelle strekken en bloeien van Convallaria majalis.* II [1]). (Mit Zusammenfassung). Door ANNIE M. HARTSEMA en IDA LUYTEN. (Meded. N°. 37 van het Laboratorium voor Plantenphysiologisch Onderzoek te Wageningen). (Communicated by Prof. A. H. BLAAUW).

(Communicated at the meeting of February 25, 1933.)

In 1931—'32 werden de proeven met *Convallaria* voortgezet. Daarbij hebben wij eerst getracht iets te weten te komen van den groei van de verschillende organen in verschillende temperaturen, voor en tijdens den rust-

1) Zie voor I Proceedings Vol. 36, N°. 1.

toestand. Op 18 Aug. 1931 werd de eerste zending *A* bloeibare kiemen ontvangen en in groepen van 20 stuks verdeeld, die resp. bij 5°—9°—13°—17°—20° en 23° C. geplaatst werden. Op 17 September werden uit iedere temperatuur 20 stuks gefixeerd; evenzoo geschiedde op 15 October en 12 November, dus telkens na 4 weken.

Bovendien werd op 22 September een nieuwe zending *B* ontvangen, die bij 5°—9°—13°—17° en 20° C. geplaatst werd. Hiervan werden op 22 October uit iedere temperatuur eveneens 20 stuks gefixeerd. Tenslotte werd op 28 October, tegelijk met de voor de trekproeven bedoelde kiemen, nog een zending *C* ontvangen, die bij 13°—17°—20°—23° en 25½° C. geplaatst werd. Op 27 November werden ook van deze groepen uit iedere temperatuur 20 stuks gefixeerd.

In de volgende tabel 4 vindt men de gemiddelde neuslengte, de lengte van het 1e loofblad en de lengte van den bloemtros van alle gefixeerde groepen, waarbij telkens de hoogste gemiddelden van één fixatiedatum vet gedrukt zijn. Daaruit blijkt dat na de eerste maand de sterkste strekking van de neuzen bij 17° heeft plaats gevonden, terwijl het eerste loofblad en de bloemtros bij 13° C. het meest in lengte toegenomen zijn. We zouden dus 13—17° C. voor de maand 18 Aug.—17 Sept. de optimale strekkingstemperatuur kunnen noemen. In de volgende maanden verschuift de optimale temperatuur eenigszins naar 17—20°. Voor de *B*-proef ligt de optimale temperatuur in de maand van 22 Sept.—22 Oct. bij 20°, misschien zelfs nog hooger, want in dit geval werd 23° niet gebruikt. Voor de *C*-proef werden daarom de temperaturen anders uitgekozen en nu bleek de optimale temperatuur bij ± 23° C. te liggen. Men merkt evenwel op, dat de lengte-toeneming van de verschillende organen, zelfs bij de optimale temperatuur, over een zoo langen tijd wel uiterst gering is. In de 1e maand (18 Aug.—17 Sept.) bedraagt daarbij de lengte-toeneming der organen duidelijk meer, dan na 17 Sept. Hier treedt een treffend verschil op met Hyacinth en Tulp, die in de gematigde temperaturen regelmatig voortgroeien, terwijl bij *Convallaria* na half Sept. de groei zeer traag wordt.

Het is dus niet te verwonderen, dat trekproeven op 22 Sept. (tegelijk met groep *B*) *zonder voorafgaande koubehandeling* begonnen, al heel weinig resultaat gaven. Voor deze proeven werden 8 maal 40 *Convallaria*-kiemen, op 22 Sept. 1931 ontvangen, bij de volgens groep *A* na 1 maand gevonden „optimale" temperatuur van 15° C. bewaard. Op 15 October, 2 November en 1 December werden telkens 2 kistjes met 40 kiemen uit 15° gehaald, één daarvan naar kas 23° en het andere naar kas 17° gebracht. Tot 30 Maart 1932 bleven deze kistjes in dezelfde temperatuur, maar *in geen enkel geval* waren er bloemtrossen tot ontwikkeling gekomen. Wel was bij verschillende kiemen een begin van ontwikkeling te bespeuren, dat in hoofdzaak te danken was aan het uitgroeien van de scheedebladen, maar verder kwam de ontwikkeling niet. Enkele neuzen bleken op 30 Maart verrot te zijn, maar de meeste waren goed gebleven.

Uit het negatieve resultaat van deze trekproeven zonder voorbehandeling

TABEL 4

		5°	9°	13°	17°	20°	23°	25½°
A in millimeters	18 Aug.	tot 17 Sept.	tot 17 Sept.	tot 17 Sept.	tot 17 Sept.	tot 17 Sept.	tot 17 Sept.	
Lengte neus	18.29	18.23	18.18	20.86	**21.53**	20.67	20.33	
Lengte 1e loofblad	12.28	13.00	13.15	**16.66**	16.17	14.84	14.01	
Lengte bloemtros	11.47	11.68	11.92	**13.06**	12.65	12.33	12.77	
		tot 15 Oct.	tot 15 Oct.	tot 15 Oct.	tot 15 Oct.	tot 15 Oct.	tot 15 Oct.	
Lengte neus		17.60	18.33	21.41	22.33	**22.66**	21.90	
Lengte 1e loofblad		12.93	14.14	18.00	**18.30**	17.06	16.60	
Lengte bloemtros		11.44	12.03	**13.36**	13.28	12.97	13.05	
		tot 12 Nov.	tot 12 Nov.	tot 12 Nov.	tot 12 Nov.	tot 12 Nov.	tot 12 Nov.	
Lengte neus		17.66	18.57	20.72	**24.29**	23.75	23.82	
Lengte 1e loofblad		13.10	14.36	18.25	**20.18**	18.56	18.54	
Lengte bloemtros		11.62	12.14	13.22	13.28	**13.73**	13.56	
B	22 Sept.	tot 22 Oct.	tot 22 Oct.	tot 22 Oct.	tot 22 Oct.	tot 22 Oct.		
Lengte neus	20.27	21.64	21.70	22.33	22.75	**23.23**		
Lengte 1e loofblad	15.79	18.06	18.08	18.62	18.32	**19.04**		
Lengte bloemtros	**12.60**	13.48	13.50	13.53	13.07	**13.61**		
C	28 Oct.			tot 27 Nov.	tot 27 Nov.	tot 27 Nov.	tot 27 Nov.	tot 27 Nov.
Lengte neus	**21.64**			22.80	22.68	24.19	**25.10**	24.30
Lengte 1e loofblad	17.41			18.84	18.49	19.82	**20.21**	19.63
Lengte bloemtros	12.59			13.64	12.88	**13.71**	13.68	13.59

met lage temperatuur blijkt dus wel hoe belangrijk deze voorbehandeling voor den vroegen trek is.

Over deze voorbehandeling werden nu nadere proeven uitgevoerd. Naast de in de eerste proeven 1930/31 gevonden gunstigste temperatuur van

$+ \frac{1}{2}°$ C., werden nu nog vergeleken $- \frac{1}{2}°$ C., $-2°$ C. en bovendien een nog lagere temperatuur $-x$. Voor de opstelling van deze laatste proef was nog gelegenheid in de vrieskamer, maar buiten een thermostaat, zoodat de temperatuur van $-2.3°$ tot $-5.3°$ varieerde, maar doorgaans -3 tot $-4°$ C. bedroeg. Evenals het vorige jaar werden de voor deze proeven te gebruiken bloeibare kiemen alle op één datum gerooid en resp. op 28 October, 6 November en 17 November toegezonden. Van 28 October—17 November werden de kiemen voor de 2e en 3e proevenreeks door den kweeker op de gebruikelijke wijze bewaard, in welken tijd de temperatuur van de buitenlucht nooit beneden 5° C. daalde.

De voorbehandelingen duurden weer 1, 2 en 3 weken; daarna werden de kiemen op dezelfde manier als in 1930/31 in natte turfmolm geplant, maar nu alleen in kas 23°. Door de lagere temperatuur van de voorbehandeling kon evenwel niet direkt uit de kou geplant worden, zoodat de kistjes één nacht in 9° geplaatst werden om te ontdooien.

Het resultaat van deze trekproeven na de verschillende voorbehandelingen is uit tabel 5 te zien. Behalve na 28 October 1 en 2 weken $-x°$ (3 weken lieten wij hier vervallen) was het aantal niet-ontwikkelde kiemen steeds zeer klein. Ook was de ontwikkeling veel gelijkmatiger dan het vorige jaar, zoodat steeds $\pm$ 3 weken na het planten naar licht kon worden overgebracht, in de laatste proevenserie zelfs nog eerder. Ongeveer 1 maand na de koubehandeling stonden de kistjes in de meeste gevallen in vollen bloei. Een opmerkelijk verschil met het vorige jaar vertoonde 28 Oct. $+ \frac{1}{2}$ C., welke dit jaar vrij goed en het vorige jaar slecht ontwikkeld was.

Dat er tusschen de verschillende voorbehandelingen toch nog een duidelijk verschil bestond, blijkt vooral als wij letten op het aantal (tusschen haakjes) der als 1e soort te beschouwen bloemtrossen en ook uit het aantal loofblaadjes. Wat deze *beide* punten betreft, is in de proevenreeks van 28 October $-2°$ C. *gedurende 3 weken als de beste voorbehandeling te beschouwen.* Letten wij niet op het aantal loofbladen, dan is een voorbehandeling van 2 weken $-2°$, van 2 en 3 weken $- \frac{1}{2}°$ en van 3 weken $+ \frac{1}{2}°$ evengoed. Ook in het vorige jaar bleek 3 weken $+ \frac{1}{2}°$ C. voldoende te zijn voor de eerste proevenreeks.

Op de plaat geeft foto I een beeld van de beste voorbehandeling 28 Oct. 3 w. $-2°$ gefotografeerd op 17 Dec. 1931 en daarnaast 28 Oct. 2 w. $-2°$ (opgenomen op 10 Dec. 1931). Foto II geeft een beeld van het met minder koude verkregen, goede resultaat: 28 Oct. 3 w. $+ \frac{1}{2}°$ en 3 w. $- \frac{1}{2}°$ (foto genomen op 17 Dec. 1931).

Beide foto's illustreeren dus de conclusie voor een *goeden vroegen* trek. In de proevenreeks van 28 October is $-x$ beslist te laag, maar heeft reeds met 7 Nov. een merkbaar beter effekt. Begint men met koelen op 7 of 18 November, dan bleek het, ook voor een behoorlijke loofbladontwikkeling *niet noodig* lager te gaan dan $+ \frac{1}{2}°$ C. *gedurende 3 weken of* $- \frac{1}{2}°$ C. *gedurende 2 weken.* Foto III van de plaat (30 Dec. 1931) toont ons dit-

TABEL 5

	Eerste proevenreeks begonnen op 28 Oct.			Tweede proevenreeks begonnen op 7 Nov.			Derde proevenreeks begonnen op 18 Nov.		
+ ½° C. gedurende	aantal gelukte bloemtrossen	aantal loof-bladen	aantal niet ontwik-kelde kiemen	aantal gelukte bloemtrossen	aantal loof-bladen	aantal niet ontwik-kelde kiemen	aantal gelukte bloemtrossen	aantal loof-bladen	aantal niet ontwik-kelde kiemen
1 week	26 (12)	0	3	35 (30)	0	0	*36 (28)	1	0
2 weken	34 (20)	4	1	34 (28)	5	0	36 (33)	11	0
3 weken	36 (30)	5	0	40 (37)	21	0	37 (32)	27	0
— ½° C. gedurende									
1 week	26 (15)	0	2	36 (28)	2	1	*39 (35)	6	0
2 weken	40 (30)	5	0	37 (33)	14	0	39 (37)	18	0
3 weken	35 (30)	3	0	36 (32)	17	0	38 (36)	22	0
— 2° C. gedurende									
1 week	16 (9)	0	4	36 (29)	0	0	*39 (34)	4	0
2 weken	39 (31)	2	0	38 (34)	4	0	36 (36)	4	0
3 weken	38 (31)	20	0	39 (35)	16	0	38 (34)	24	0
— x° C. gedurende									
1 week	9 (5)	1	23	21 (13)	1	2	*33 (24)	1	0
2 weken	11 (8)	0	17	18 (12)	1	0	36 (29)	2	0
3 weken				32 (19)	0	1	37 (32)	3	0

* niet 7, maar 10 dagen behandeld.

zelfde: 18 Nov. 2 w. — ½° geeft zoowel mooien bloei als goede loofbladontwikkeling, 2 w. + ½° geeft veel minder loofbladen.

In het algemeen kunnen wij uit onze resultaten dus afleiden, dat men met een voorbehandeling van 3 w. + ½° C. *steeds* goede resultaten verwachten kan. Wil men echter eerder bloei bereiken, dan kan dit door korter dan 3 weken te behandelen met een lagere temperatuur. Men kan echter uit onze tabel afleiden, dat dit, vooral bij de eerste trekproeven, niet zonder gevaar is.

Tenslotte geven wij nog een overzicht van de gemiddelde lengten bij het

ANNIE M. HARTSEMA en IDA LUYTEN: De invloed van lage temperaturen op het snelle strekken en bloeien van Convallaria majalis.

begin van de koubehandeling, verder *na* 3 weken + ½° C. en na 3 weken + ½° C. plus 9 dagen 23° C.

TABEL 6.

Datum	28 Oct. 1931	17 Nov. 1931	18 Nov. 1931 na 3 weken + ½° C.	27 Nov. 1931 na 3 weken + ½° C. en 9 dagen 23°
Lengte neus	21.64	21.86	22.26	22.51
Lengte 1e loofblad	17.41	17.77	18.56	18.68
Lengte bloemtros in mm.	12.59	12.86	13.08	13.10

Daaruit valt op te merken:

dat van 28 Oct. tot 17 Nov. in buitenlucht bij gemiddeld 7 tot 9° C. *geen groei* met zekerheid is vast te stellen, gelijk wij ook in het vorige jaar vonden;

dat van 28 Oct. tot 18 Nov. in + ½° C. de gemiddelde lengtevermeerdering wel iets meer schijnt dan bij degenen die tot 17 Nov. in genoemde buitentemperatuur lagen, maar dat wij toch niet uit dit kleine verschil tot een zekeren geringen groei in + ½° C. mogen besluiten;

dat na de koude van + ½° C. *de eerste 9 dagen in 23° C. nog geen spoor van strekking* is opgetreden, hetgeen wel opmerkelijk is, omdat wij voorts konden vaststellen, dat na behandeling in de verdere 20 dagen (volgende op die 9 dagen) in 23° C. de geheele strekking met vollen bloei (17 Dec.) bereikt wordt.

In het najaar is bij *Tulpen, Hyacinthen, Narcissen* en *Convallaria* de bloeiwijze voor de strekking gereed. Maar de hier uitgevoerde proeven bewijzen wel — met bevestiging van de door de praktijk gevolgde methoden — dat in dien tijd de toestand van *Convallaria* sterk afwijkt van die der drie eerstgenoemde gewassen. Een geheel andere behandeling moet bij *Convallaria* de belemmering opheffen om tot de zeer snelle strekking en bloei te kunnen geraken.

Der Einfluss niederer Temperaturen auf die Streckungsfähigkeit von Convallaria majalis (zweiter Teil).

1931—'32 wurden die Versuche mit Maiblumen weiter durchgeführt. Zunächst wurde das Längenwachstum der Organe in mehreren Temperaturen vor und während der Ruheperiode untersucht. Vom 18 August an erhielten wir dreimal Maiblumen-Keime (Gruppe *A*, *B* und *C*), welche jedesmal in Gruppen von 20 Stück eingeteilt wurden, bei den in Tabelle 4 genannten Temperaturen gestellt und 4 Wochen später an den ebenfalls

in der Tabelle angegebenen Tagen fixiert und gemessen wurden. Wie aus der Tabelle hervorgeht liegt die optimale Temperatur des Streckungswachstums im ersten Monat (18 August bis 17 September) bei 13—17° C. In den nächsten Monaten schiebt das Optimum etwas höher hinauf. Es bleibt aber die Längenzunahme sehr unbedeutend, besonders nach 17 September, im Gegensatz zu dem regelmässigen Zuwachs bei Hyazinthen und Tulpen. Deshalb wird uns das negative Resultat der am 22 September bei der „optimalen" Temperatur 15° C. begonnenen Treibversuche auch nicht wundern. Von diesen Versuchen wurden resp. am 15 Oktober, 2 November, 16 November und 1 Dezember je eine Kiste mit 40 Stück nach 17° und 23° C. gebracht. Am 30 März 1932 war noch keine einzige Blüte zur Entwicklung gekommen. Auch aus diesen Versuchen spricht deutlich die Wichtigkeit der Kältebehandlung!

In diesem Jahre wurden die Frühtreibversuche ausser mit $+\frac{1}{2}°$ C., auch mit $-\frac{1}{2}°$, $-2°$ und $-x°$ (etwa $-3°$ bis $-4°$ C.) vorbehandelt. Den Effekt dieser Vorbehandlungen gibt Tabelle 5.

In der ersten Versuchsserie (28 Okt.) ergab 3 Wochen $-2°$ C. die besten Resultate. Ebenso gut für die Blütenentwicklung, ungünstiger aber für die Laubblattentwicklung waren: 2 Wochen — 2°; 2 oder 3 Wochen $-\frac{1}{2}°$ und 3 Wochen $+\frac{1}{2}°$ C. (Siehe auch die beigefügten Bilder I und II).

Im Allgemeinen kann man nach *3 Wochen* $+\frac{1}{2}°$ immer einen guten Erfolg erwarten; schneller kann man denselben Effekt erreichen, wenn man kürzere Zeit eine tiefere Temperatur verwendet, wobei man aber, besonders in der ersten Versuchsserie, leicht zu Misserfolgen kommt.

Auch in diesen Versuchen änderte sich die Organlänge kaum in der Periode 28 Okt.—18 Nov. Tabelle 6 gibt ausserdem die Längen nach einer 3-wochigen Kälte-einwirkung ($+\frac{1}{2}°$ C.) und noch 9 Tage später (in 23° C.). Es ist auffallend, dass sogar bis dann noch keine deutliche Streckung eingetreten ist, während darauf innerhalb 20 Tagen die ganze Streckung mit voller Blüte erreicht wird (17 Dezember).

Wageningen, Jan. 1933.

LITERATUUR.

C. SPAARGAREN 1906. Het trekken van snijbloemen in Aalsmeer.

A. K. ZWEEDE 1930. De periodieke ontwikkeling van Convallaria majalis. Meded. 29 v. h. Laboratorium voor Plantenphysiologisch Onderzoek, Wageningen. Verh. Kon. Akad. v. Wetensch. A'dam. Afd. Natuurk. 2de Sectie, Deel 27, N°. 2, 1930.

Anatomy. — *Ueber die basale Opticuswurzel und die caudalen Verbindungen der Commissura transversa Gudden der Reptilien.* Von EUGEN FREY (Zürich). (Communicated by Prof. C. U. ARIËNS KAPPERS,)

(Communicated at the meeting of February 25, 1933.)

Die nachfolgende Arbeit hat den Zweck einer möglichst systematischen Untersuchung der basalen Opticuswurzel bei Reptilien. Nebenbei wurden einige Befunde zur Frage der caudalen Endigungen der Commissura transversa Gudden gemacht. Da die beiden Gebilde topographisch in der nächsten Nachbarschaft sich befinden, schien es mir von Vorteil zu sein, beide Strukturen gemeinsam zu behandeln. Einiges wurde auch in Bezug auf intrathalamische Verbindungen des Corpus geniculatum laterale festgestellt, was am Schluss dieses Aufsatzes besprochen wird.

Als Material für diese Arbeit wurden mehrere ausgezeichnete Serien von verschiedenen Reptilienarten aus dem Niederländischen Zentralinstitut für Hirnforschung benutzt, näml.: *Schlangen*: Crotalus horridus, Ancistrodon contortrix, Python reticulatus, Boa constrictor, Tropidonotus natrix; *Krokodile*: Crocodilus porosus, Caiman sclerops; *Eidechsen*: Lacerta vivipara, Varanus salvator, Hydrosaurus; *Schildkröten*: Chelone mydas.

Die erste Beschreibung der basalen Opticuswurzel, respect. ihres Kerns bei Reptilien finden wir in der ausgezeichneten Arbeit BELLONCI's ('88), der diesen Kern als Nucl. peduncularis beschrieb. Er lehnte einen Zusammenhang zwischen diesem Nucleus und Tractus opticus ab. EDINGER ('99) nannte diesen Kern Ganglion ectomamillare. Den aus diesem Kern in das Chiasma ziehenden mächtigen markhaltigen Faserzug bezeichnete E. als die ventrale Opticuswurzel, da er vermutete, dass dieses Bündel ein Bestandteil des Tractus sei. Die Degenerationsversuche WALLENBERG's an Vögeln, bestätigten diese Annahme. E. hat bereits aus diesem Kern entspringende und in den Basalabschnitt des Mittelhirns medial und dorsalwärts ziehende und dort sich verlierende Fasern gesehen. WLASSAK ('93) hat vorher das basale Opticusbündel beim Frosch beschrieben. DE LANGE ('13) erwähnte ebenfalls die basale Opticuswurzel. Nach ihm soll nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen worden sein, ob sie im Kern endet oder entsteht. HERRICK ('17) bestätigte bei Necturnus den Befund WLASSAK's. BECCARI ('13) in seiner ausgezeichneten Arbeit über Tegmentalzentren der Lacerta muralis, beschrieb eingehend die basale Opticuswurzel und ihren Kern und machte dabei eine Feststellung von prinzipieller Wichtigkeit, dass dieser Kern durch Axonen mit den grossen Interstitialzellen Cajals verbunden ist und dass ausserdem noch eine Verbindung mit dem Nucleus III besteht. Dieser Befund wurde von HUBER und CROSBY ('26) bei Alligator bestätigt. Schliesslich gibt FREDERIKSE ('31) in seinem photographischen Atlas des Eidechsengehirns zwei schöne Abbildungen des tr. basalis Nervi optici (Abb. 44) und dessen Kerns (Abb. 21).

Die Untersuchungen im Niederländischen Zentralinstitut für Hirn-

forschung wurden meistens an den Markscheidenserien gemacht. Vereinzelt wurden auch Nissl, Cajal und Golgi-Serien verwendet.

Von den Schlangen wurde eine nach Weigert gefärbte Serie von Crotalus horridus untersucht.

Diese Serie möchten wir nächstens besprechen.

Ein Transversalschnitt durch das Zwischenhirn der vorderen Partie des Ganglion habenulae und durch den hinteren Abschnitt des Chiasma lässt mit Deutlichkeit am letzteren drei Schichten unterscheiden: ganz dorsal, unmittelbar unter dem Recessus postopticus, sehen wir ziemlich dicke, stark myelinisierte Fasern der Decussatio supraoptica dorsalis (Commissura Meynert). Darunter sind die feineren, schwächer myelinisierten Fasern der Decussatio supraoptica ventralis (Commissura transversa Gudden).

Ganz basal liegt ein Bündel des Chiasma, das wir als basale Opticuswurzel bezeichnen möchten.

Die Schnitte weiter caudal im Thalamus, zeigen eine deutliche Teilung des an der Thalamusoberfläche sich verbreitenden Tractus in zwei Abschnitte: der dorsale Abschnitt ist schmäler und doppelt so lang, wie der basale.

Die mediale Hälfte des basalen Tractusabschnittes besteht aus Fasern der Commissura transversa. Der basalste Teil des unteren Abschnittes enthält die Fasern der basalen Opticuswurzel. Weiter hinten, in der Ebene der Commissura habenulae, sehen wir, wie der obere Tractus opt. sich nach oben bis zur Höhe derselben ausbreitet, die Seitenfläche des Thalamus bedeckend.

Der untere Abschnitt enthält lateral eine schmale Schicht der Tractusfasern, die offenbar zur basalen Opticuswurzel gehören. Der ganze Abschnitt stellt einen deutlichen Vorsprung an der lateralen Thalamusfläche dar, dessen Form uns aus der Abbildung 3 ersichtlich wird. Unmittelbar medial davon ist der ziemlich massive Tractus strio-hypothalamicus zu sehen.

Die medial vom Tractus opticus liegenden Fasern der Commissura transversa zeigen eine deutliche Tendenz zur Aufsplitterung. Weiter nach hinten wird diese Aufsplitterung noch deutlicher. Die basale Wurzel ist dabei als eine schmale Schicht an der Basis dieses Vorsprunges des Thalamus zu sehen.

Jetzt erscheint in den Schnitten die Wurzel des Nervus oculomotorius, deren Querschnitt unmittelbar ventral unterhalb der basalen Opticuswurzel zu liegen kommt. Dieses topographische Merkmal ist so konstant, dass die Möglichkeit besteht, die basale Opticuswurzel, resp. den Kern, sofort zu finden, sobald der Querschnitt der Oculomotoriuswurzel in den Schnitten sichtbar wird.

In den ersten Ebenen der Commissura posterior werden die aufsplitternden Fasern der Commissura transversa ganz undicht und es zeigen sich bereits einige Ganglienzellen zwischen denselben.

In der mittelsten Ebene der Commissura posterior treffen wir das Bild aus der Abbildung 3. Im Vorsprung an der Basis des Thalamus ist zwischen den ausgesplitterten Fasern der Commissura transversa eine deutliche Kernmasse zu sehen, deren Ganglienzellen bei dieser Färbung sehr blass hervortreten. Aus diesem Kern tritt ein breiter aus feinen Fasern bestehender und horizontal verlaufender Zug aus, der in den Kernmassen um die Fasern des Fasciculus longitudinalis posterior, ganz medial im Thalamus, ausläuft.

Unmittelbar basal von der Commissura transversa kommt eine ziemlich lange und dünne Schicht der basalen Opticuswurzel zu liegen. Ihre Fasern scheinen viel weniger dicht und sind jetzt stark gewunden. Etwas weiter caudal schwinden allmählich die Fasern und die Kernmasse der Commissura transversa. Gleichzeitig entwickelt sich mehr und mehr an der Stelle der basalen Opticuswurzel ein Kern, der grössere und kleinere Ganglienzellen enthält, zwischen denen die stark gewundenen Endfasern der basalen Opticuswurzel sich befinden. In dieser Ebene treten schon die grossen Interstitialzellen Cajal's auf und etwas weiter caudal der vorderste Abschnitt des Oculomotoriuskernes. Der Kern der basalen Opticuswurzel sendet einzelne dicke Ausläufer zum Interstitialkern Cajal's, so wie auch zum Oculomotoriuskern. In der Ebene des Austrittes der Oculomotoriuswurzel schwindet allmählich der basale Opticuskern vollkommen.

Der Befund an anderen Schlangen deckt sich im allgem. mit diesem bei Crotalus horridus ganz. Besonders ähnliche Verhältnisse habe ich bei Ancistrodon contortrix gefunden. Bei Python reticulatus und Boa constrictor fällt besonders die schwache Entwicklung der basalen Opticuswurzel auf. Der Kern der Commissura transversa Gudden und dessen intrathalamische Verbindung ist bei allen Schlangenserien sehr gut zu sehen. Eine Nisslserie von Crotalus horridus und von Tropidonotus natrix zeigen besonders klar die Struktur der beiden Kerne. An der Abbildung 6 sind beide sehr gut zu unterscheiden (nu. co. tr. G., nu. b. o.). Medial davon sind an dieser Abbildung die sehr grossen Ganglienzellen des Nucleus interstitialis Cajal zu sehen.

Die Untersuchung von Serien der anderen Reptilienarten liess in allgemeinen die gleichen Verhältnisse feststellen, wobei aber gewisse Besonderheiten in Bezug auf Stärke der Entwicklung der basalen Opticuswurzel und der Commissura transversa Gudden zu bemerken sind.

Bei Varanus salvator sind in dem Chiasma alle kreuzenden Systeme sehr deutlich zu unterscheiden. Die Commissura transversa Gudden ist sehr stark entwickelt und fällt noch im Chiasma durch eine schwache Myelinisation und eigentümlich helle Farben auf. Caudal vom Chiasma liegt sie medial und basal vom sehr mächtig entwickelten Tractus opticus. Es lassen sich dabei zwei Abschnitte derselben unterscheiden: ein ventraler (medialer) und ein dorsaler (lateraler). Die ventrale Partie ist noch schwächer myelinisiert und liegt unmittelbar dorsal von der sehr mächtig entwickelten basalen Opticuswurzel.

Im Unterschied von den Befunden bei den Schlangen lässt sich bei der Commissura transversa Gudden feststellen, dass der dorsal vom basalen optischen Ganglion gelegene Kern die Endstätte (resp. der Ausgang) nur des schwächer myelinisierten ventralen (medialen) Abschnittes der Commissura transversa darstellt. Der dorsale (laterale) Abschnitt scheint sich weit nach oben hinten zu verbreiten und in der Gegend des Nucleus praetectalis auszulaufen.

Die von dem Nucl. commissurae transversae ausgehende und zu den medial gelegenen Kernmassen ziehende Bahn ist bei Varanus salvator wohl nachweisbar, aber schwächer entwickelt als bei den Schlangen. Der Nucleus selbst, so wie auch der basale optische Kern, sind sehr mächtig entwickelt. Beide bilden je eine deutliche Verwölbung an der Basis des Thalamus, resp. dessen Uebergangs ins Mittelhirn.

Wie auch bei den Schlangen liegt der optische Kern etwas caudal und unmittelbar basal vom Commissuralkern. Die Verbindungen des ersteren entsprechen denselben bei den Schlangen, ganz im Sinne des Beccarischen Befundes.

Bei Hydrosaurus haben wir ungefähr die ähnlichen Verhältnisse, wie bei Varanus salvator in Bezug auf die Commissura transversa Gudden, die hier besonders stark entwickelt ist. Abbildung 1 demonstriert uns die speziellen Myelinisationsverhältnisse dieser Commissur. Gleich wie bei Varanus entspricht hier der von mir beschriebene Kern dem ventral (medial) gelegenen und viel schwächer myelinisierten Abschnitt derselben. Die Pars dorsalis (lateralis) ist bei Hydrosaurus besonders mächtig entwickelt. Die Frage ihrer Endigung blieb unentschieden, es lässt sich darüber ähnliches sagen, wie bei Varanus.

Die basale Opticuswurzel ist bei Hydrosaurus schwächer entwickelt, als bei Varanus. Der Kern der Commissura transversa Gudden, ist bei diesem Tier sehr gross und die Bahn zur Thalamusmitte sehr deutlich sichtbar.

Ebenfalls gut ausgebildet ist der Kern der basalen Opticuswurzel. Die beiden Kerne verursachen eine deutliche Verwölbung an der Basis des Thalamus. Die Verbindungen des letztgenannten Kernes sind bei Hydrosaurus die gleichen wie bei Varanus.

Einen ähnlichen Befund in Bezug auf beide Strukturen bietet uns die Untersuchung von Serien der Lacerta vivipara.

Die Abbildungen 4 und 5 illustrieren sehr anschaulich diese Verhältnisse. An der Abbildung 3 sehen wir deutlich die basale Opticuswurzel (tr. b. o.), einen sehr gut ausgebildeten Kern der Commissura transversa (nu. co. tr. G.) und die eferente Bahn aus diesem zu den Kernmassen um die Fasern des Fasc. long. posterior (tr. ef. nu. co. tr.).

Die Abbildung 5 zeigt uns den Kern der basalen Opticuswurzel (nu. b. o.) mit den Verbindungen zu den grossen Interstitialzellen Cajals und zu dem vordern Abschnitte des Oculomotoriuskernes (f.). An Cajalserien kamen die letzt genannten Verbindungen besonders schön zur Darstellung.

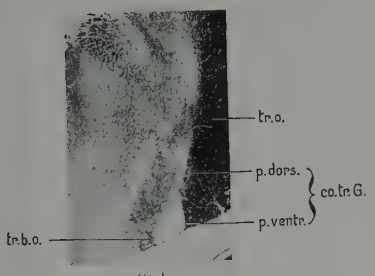


Abb. 1
Hydrosaurus
(Front. W.-P.)

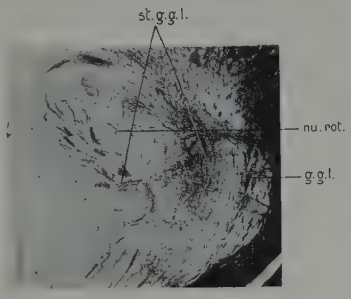


Abb. 2
Lacerta vivip.
(Front. W.-P.)

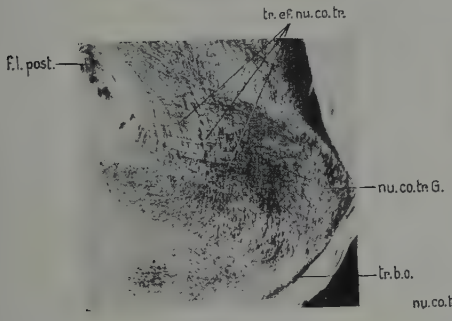


Abb. 3
Crotalus horrid.
(Front. W.-P.)

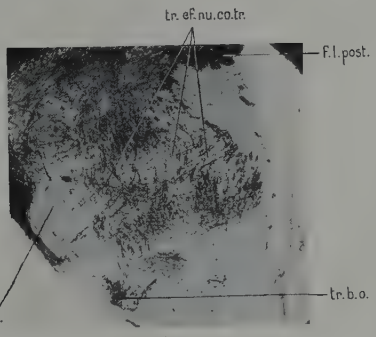


Abb. 4
Lacerta vivip.
(Front. W.-P.)

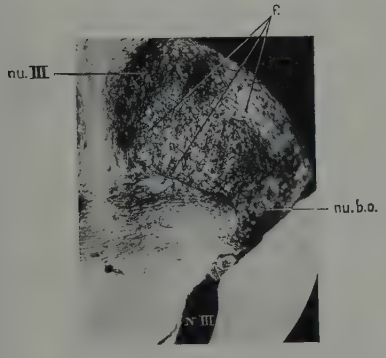


Abb. 5
Lacerta vivip.
(Front. W.-P.)

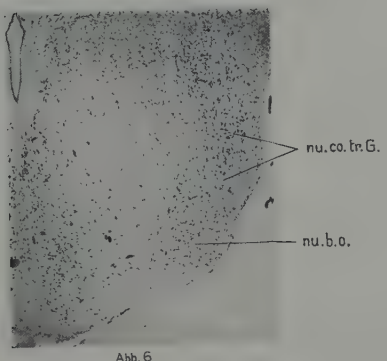


Abb. 6
Tropidonotus natrix
(Front. Missl)

Die Serie des Gehirns einer Schildkröte, Chelone mydas, zeigt ganz gleiche Verhältnisse wie bei den Eidechsen.

Schliesslich sind noch die Verhältnisse bei den Krokodilen zu schildern. Es wurden von mir dazu sehr schöne Serien eines Crocodilus porosus und eines Caiman sclerops benutzt.

Bei Crocodilus porosus lassen sich im hintern Abschnitt des Chiasma die Commissuralsysteme sehr deutlich unterscheiden, wobei die Commissura transversa besonders durch ihre speziellen Myelinisationsverhältnisse auffält. Bei der letzteren kommen in den caudaleren Thalamusabschnitten eine deutliche Trennung in pars dorsalis (lateralis) und pars ventralis (medialis) zum Vorschein, wobei die erstere durch ihre mächtige Entwicklung besonders auffällt.

Die Befunde an diesem Tier lassen, gleich wie bei Hydrosaurus, schliessen, dass der von mir beschriebene Kern eigentlich nur zur Pars ventralis in Beziehung steht. Die Pars dorsalis lässt sich, nach der Aufsplitterung der Fasern des ventralen Abschnittes im betreffenden Kern, weiter hinauf nach hinten und bis zum prätectalen Kern verfolgen. Das von mir untersuchte Material liess mir keinen bestimmten Aufschluss in Bezug auf die Endstätte der Pars dorsalis (lateralis) zu.

Die eferente Bahn des Kerns der Pars ventralis ist bei diesen Tieren sehr mächtig entwickelt und deutlich zu sehen. Interessanterweise ziehen die Fasern dieser Bahn medialwärts nicht zu den Kernmassen des Fasciculus longitudinalis posterior, sondern etwas ventraler zu den Zellen des Nucleus reuniens thalami.

Der erste Kern ist etwas dorsal sehr deutlich zu sehen und weist eine der eferenten Bahn des Nucleus commissurae transversae ähnliche und parallel verlaufende Verbindung zum prätectalen Kern auf. Hier scheint mir ein bestimmter Parallelismus der Strukturen zu bestehen.

Die basale Opticuswurzel ist bei den Krokodilen schon an der Basis des Chiasma erkennbar. Sie zieht sich weiter nach hinten hinauf und läuft, wie üblich, in dem entsprechenden Kern, aus, der unterhalb der Pars ventralis (medialis) der Commissura transversa zu liegen kommt. Die Verbindungen dieses Kerns mit dem Interstitialzellen Cajals und mit dem Oculomotoriuskern sind ebenso wie bei andern Reptilien in voller Uebereinstimmung mit den Befunden BECCARI's feststellbar.

Zum Schluss möchte ich einiges über den Corpus geniculatum laterale sagen. Ich möchte keine eingehende Beschreibung dieses noch von BELLONCI als Corpus thalamicum bezeichneten Kernes geben, der später von vielen Autoren, wie PEDRO CAJAL, EDINGER, DE LANGE, BECCARI, KAPPERS u.a. eingehend geschildert wurde, auf deren Arbeiten ich verweisen möchte.

Ich will im Folgenden nur auf die topographische Beziehung des Corpus geniculatum laterale zu den oben erwähnten Kernen speziell eingehen, weil dies für die später zu erscheinende Arbeit, über entsprechende Gebilde beim Vogelhirn, von prinzipieller Bedeutung ist.

Wenn man eine lückenlose transversale Schnittserie eines Reptilienge-

hirns untersucht, so trifft man schon in den ersten Schnitten nach dem Chiasma die frontalste Partie des Corpus geniculatum laterale, welcher in der mittleren Höhe des Thalamus sich ziemlich weit nach oben und hinten ausdehnt und somit seitlich unmittelbar unter dem Tractus liegend, den grössten Teil der Thalamusfläche bedeckt. Unterhalb vom Ganglion geniculatum laterale verläuft die Commissura transversa Gudden, die meistens medial zum Tractus zu liegen kommt. In den hinteren Thalamusebenen, wenn das Ganglion geniculatum laterale zum Verschwinden kommt, erscheint auf der Schnittfläche der Nucleus commissurae transversae Gudden, der sozusagen mit seinem frontalsten Teil die caudalste Partie des Corp. genicul. lat. berührt. Der Commissuralkern liegt, wie oben erwähnt, unmittelbar dorsal über der basalen Opticuswurzel. Weiter caudal, als der basale Opticuskern in seiner grössten Ausdehnung durch den Schnitt getroffen wird, ist der Kern der Comm. transversa fast verschwunden. Es ist aber möglich beide Kerne gleichzeitig in einer Schnittfläche zu erhalten, wenn nämlich der Schnitt den caudalen Abschnitt des Kerns der Comm. trans. und den frontalen Abschnitt des basalen Opticuskerns gleichzeitig trifft, wie es z.B. bei der Abbildung 6 der Fall ist. Somit wird ersichtlich, dass das Ganglion genicul. lat. in axialer Richtung räumlich ungefähr in gleicher Beziehung zum Kern der Commissura trans. Gudden steht, wie der letztere zum Kern der basalen Opticuswurzel.

Was die Verbindungen des Ganglion genic. lat. betrifft, so möchte ich eine feine, an den Frontalschnitten medialwärts und horizontal verlaufende Strahlung hervorheben, die zu den zentral im Thalamus unterhalb des Nucleus rotundus (nu. rot.) gelegenen Kernmassen zieht.

Diese Bahn möchte ich als den Stylus des Ganglion genic. laterale bezeichnen: sie ist in Abbildung 2 dargestellt (st. g. g. l.). Das Wort Stylus wurde von EDINGER für eine von ihm beim Ganglion gen. lat. gefundene Strahlung zum Nucleus praetectalis geprägt. Nun möchte ich diese Bezeichnung für die oben erwähnte horizontale Verbindung mit dem hintersten Abschnitt des Nucleus anterior thalami Edingers verwenden. Ich tue es aus Analogie zu dem, was bis jetzt als Stylus des Ganglion gen. lat. bei den Vögeln bezeichnet wird. Diese Bahn habe ich regelmässig bei allen Reptilien sehen können.

Die vergleichenden Studien des Thalamus bei Reptilien und Vögeln, gaben mir eine plausible Erklärung der Bedeutung und der weiteren Entwicklung der von mir beschriebenen medialwärts und horizontalwärts verlaufenden Bahnen aus dem Commissuralkern und dem Ganglin. gen. lat. Eine eingehende Analyse dieser Frage reserviere ich aber für meine folgende Arbeit über diese Strukturen im Thalamus des Vogelhirns.

Die Resultate meiner Untersuchungen über die basale optische Wurzel und deren Kern bei Reptilien haben eine vollkommene Bestätigung der Befunde BECCARDI's bei Embryonen der Lacerta muralis für alle Reptilienarten erbracht. Dieser positive Befund erübrigt jede weitere Diskussion.

Physiologisch stellt diese basale optische Wurzel mit ihrem vom Tectum

opticum getrennten, an der Basis des Thalamus, resp. des Mittelhirns, gelegenen Kern und dessen Verbindung mit dem interstitialen Kern Cajals und mit dem frontalen Abschnitt des Oculomotoriuskerns, zweifellos eine optische Reflexbahn dar, die auf kürzestem Weg die optischen Reize mit dem motorischen Innervationszentrum für die Augenmuskeln vermittelt. Die verschiedene Stärke der Entwicklung dieser optischen Wurzel bei verschiedenen Reptilienarten steht sehr wahrscheinlich in Zusammenhang mit biologischen Eigentümlichkeiten und verschiedener Lebensweise der Tiere. Vergleichend-anatomische Studien würden vieles zur Kenntnis dieser optischen Reflexbahn beitragen können. Diese Frage wird von mir später bei der Diskussion der Verhältnisse bei den Vögeln erörtert werden.

Wesentlich komplizierter ist die Deutung der Befunde an der Commissura transv. Nach KAPPERS soll die Comm. transv. der niedrigern Vertebraten mit der Comm. Gudden der höhern Tiere und des Menschen analog sein. Sie soll im Wesentlichen eine Verbindung der Corpora quadrigemina (corp. postica) oder Tori semicirculares der niederen Tiere und auch der beiden Corpora geniculata interna sein. Daraus ist schon zu erwarten, dass die Commissura transv. jeweils zwei Abschnitte aufweisen würde, was tatsächlich bei den meisten Reptilien der Fall ist. (HUBER und CROSBY '26). Die Annahme liegt dann sehr nahe, dass die weiter nach hinten und oben ziehende pars dorsalis (lateralis) die Verbindung der beiden Corpora postica darstellt. Daraus folgt dann, dass der von uns beschriebene Kern eigentlich dem Corp. geniculatum internum entsprechen soll. Diese Annahme scheint mir die wahrscheinlichte zu sein. Nur ist aber, der Corp. genic. internum bis jetzt bei den Vögeln, Reptilien und Fischen nicht bestimmt nachgewiesen worden. KAPPERS erwähnt in seinem Buch, dass der Ursprung des Corp. genic. internum bei niederen Tieren noch in Dunkel gehüllt sei. Interessanterweise hat einer von den ältesten und klassischen Autoren, BELLONCI, angenommen, dass der fragliche Kern dem Corp. genic. internum entspreche. Seine schönen Zeichnungen dazu sind unseren photographischen Abbildungen verblüffend ähnlich. Nach ihm soll die Comm. inferior (Commissura transversa) sich weiter nach diesem Kern in der Richtung der Corpora postica begeben. Die späteren Autoren haben aber nicht diesen Gedanken weiter entwickelt. EDINGER sprach ganz offen seine Unsicherheit in Bezug auf die Identifizierungsmöglichkeit des Corp. genic. internum bei Reptilien aus. DE LANGE kam auch zu keinem bestimmten Schluss. An einer Abbildung hat er den betreffenden Kern, ähnlich wie EDINGER, als Corp. genic. posterius bezeichnet, aber nicht näher besprochen. Ein entsprechender Kern ist bei HUBER und CROSBY nicht beschrieben worden. BECCARI gibt unmittelbar dorsal vom Nucleus basalis opticus einen Kern an, den er Nucleus gamma nennt und in dem er ein Homologon der Substantia nigra vermutet. Nur bei FREDERIKSE finden wir in seiner Abbildung 18 diesen Kern als vermutlichen Kern der Commissura transversa bezeichnet.

Die von uns beschriebene eferente Bahn zum Nucleus des Fasc. long. posterior ist bei EDINGER sehr schön abgebildet, aber nicht näher commentiert. Bei DE LANGE ist sie als Tr. tecto-thalam. benennt worden. Bei HUBER und CROSBY scheint uns diese Bahn als Tractus tecto-thalamicus reuniens bezeichnet worden zu sein.

In der nächst erscheinenden Arbeit über das gleiche Gebiet bei den Vögeln wird meine Auffassung weiter entwickelt und noch sicherer fundiert werden.

ABKÜRZUNGEN:

tr. o. = tractus opticus.
p. ventr. co. tr. G. = pars ventralis commissurae transversae GUDDEN
p. dors. co. tr. G. = pars dorsalis commissurae transversae GUDDEN.
tr. b. o. = tractus basalis opticus.
nu. b. o. = nucleus basalis opticus.
nu. rot. = nucleus rotundus.
g. g. l. = ganglion geniculatum laterale.
f. l. post. = fasciculus longitudinalis posterior.
tr. ef. nu. co. tr. = tractus eferens nuclei commissurae transversae.
nu. III, = nucleus oculomotorius.
f. = Fasern aus dem Nucleus basalis opticus zum Interstitialkern und zum Nucleus III.
st. g. g. l. = stylus ganglii geniculati laterali.

LITERATURVERZEICHNIS.

BECCARI, NELLO 1923. Il centro tegmentale o interstiziale ed altre formazione poco note nel mesencefalo e nel diencefalo di un rettile. Arch. Ital. di Anat. e di Embr,. Vol. 20. fasc. 4.

BELLONCI, J. 1888. Ueber die centrale Endigung des Nervus opticus bei den Vertebraten. Zeitschrift f. wissensch. Zool., Bd. 47.

EDINGER, LUDWIG 1899. Studien über das Zwischenhirn der Reptilien. Frankfurt a. M.

EDINGER, LUDWIG und WALLENBERG A. 1899. Untersuchungen über das Gehirn der Tauben Anat. Anz. Bd. 15.

FREDERIKSE, A. The Lizards Brain. An investigation on the histological structure of the brain of Lacerta vivipara. Inaug. Diss. Amsterdam, 1931.

HERRICK, C. JUDSON. 1917. The internal stucture of the midbrain and thalamus of Necturnus Jour. Comp. Neur. vol. 28.

HUBER, G. C. and CROSBY E. C. On thalamic and tectal nuclei and fiberpaths in the brain of the American Alligator. Jour. Comp. Neur. vol. 40. no. I.

KAPPERS, ARIENS C. U. 1921. Die vergleichende Anatomie des Nervensystems der Wirbeltiere und des Menschen, Teil II. Bohn, Haarlem.

DE LANGE, S. J. 1913. Das Zwischenhirn und das Mittelhirn der Reptilien. Folia Neurobilog. Bd. 7.

RAMON Y CAJAL, S. 1911. Histologie du système nerveux. T. II. Paris.

WLASSAK, R. 1893. Die optischen Leitungsbahnen des Frosches. Arch. f. Anat. u. Physiol. Suppl.

Chemistry. — *The Double Layer of the Silveriodide-Sol.* By E. J. W. VERWEY. (Communicated by Prof. H. R. KRUYT).

(Communicated at the meeting of February 25, 1933.)

According to investigations by KRUYT and his collaborators [1]) the structure and the properties of the silver halogenide sols are given by simple laws. As a negative sol the silver iodide forms a very stable sol, and can be practically entirely liberated by dialysis of the excess of peptizing electrolyte (e.g. KI) and the electrolyte formed (KNO_3).

Accordingly, the silver iodide-sol seems a much better defined sol than e.g. the gold-sol, and a very suitable object for the study of the properties of sols of the hydrophobic type. In an inquiry into the interaction between these dialysed AgI-sols and indifferent electrolytes [2]) it appeared, however, necessary to acquire a more accurate knowledge of the double layer in these sols. A short account of some researches in this direction will be given here.

1. In the *undialysed* sols the quantity of peptizing electrolyte taken up in the double layer has been determined; this could be done by a very accurate control of the quantities of silver nitrate and potassium iodide used in the preparation of the sols, and the subsequent determination of the quantity of free I^- (resp. Ag^+)-ions in the ultrafiltrate.

I^- and Ag^+ were determined by potentiometric titration of an aliquot part of the ultrafiltrate with greatly diluted $AgNO_3$- resp. KI-solutions; I^- in some cases also colorimetrically (with $PdCl_2$). Besides, of the sols the "surface" per litre of sol was determined by counting the number of sub-microns of the greatly diluted sol in the ultramicroscope per volume unit, and by calculating the total surface of the particles from this on the supposition that they have all the same sizes, and are cube-shaped; to this magnitude only a relative, not an absolute significance can be assigned, the sols being both polydisperse and partly amicronic; the actual total surface of the boundary layer of the particles is always larger than the "surface" determined by counting.

It then appeared that the adsorptivity of AgI to I^- and Ag^+ was not only comparatively small, but that (e.g. expressed in meq. per m^2 of AgI,

---

1) H. R. KRUYT and P. C. VAN DER WILLIGEN, Z. physik Chemie (A) **139**, 53 (1928).

2) Publication in a following communication.

and per tenth power of the concentration of the free I^- resp. Ag^+-ions [1]) it did not seem to be a well-defined quantity in a single case too. From a great number of experiments some regularities could, however, be established:

a. The adsorption of I^- in the sols varies greatly with time; an *ageing* of the sols manifests itself in a continual decrease of the adsorption of the I^--ion. We find e.g. for the adsorption of I^- (in meq. per litre) after times t with the given sol-concentrations (AgI = millimol AgI per litre, KI = millimol KI added in excess in the preparation):

AgI	10		10		50	
KI	0.087		0.307		1.32	
"Surface" (per 1. sol.)	35 (m^2/l)		41		190	
	t	ads.	t	ads.	t	ads.
	30 min.	0.064	30 min.	0.085	30 min.	0.28
	5½ hours	0.049	3 hours.	0.063	18 hours	0.18
	24 ,,	0.035	24 ,,	0.053	330 ,,	0.08
	48 ,,	0.030	800 ,,	0.032		

b. In general the adsorption is relatively smaller in more concentrated sols than in more dilute sols (Cf. also the table).

c. The decrease of the adsorption is still much more pronounced at higher temperature. For a sol (AgI = 10 millimol; KI = 0.107 millimol; "Surf." = 35 m^2), which after 40 min. contained 0.051 milli-eq. I^- in the double layer, and was then split up into two parts, one part of which was put at 90°, we find:

t	ads. (20°)	ads. (90°)
40 min.	(0.051)	(0.051)
1½ hours	0.049	0.030
18 ,,	0.040	0.011

d. Also for the positive sols this decrease of the adsorption is observed, which is, however, much smaller. In newly precipitated AgI relatively less Ag^+ is adsorbed than I^-; the adsorption, however, only diminishing clearly in the first hours, the adsorption of Ag^+ soon exceeds that of I^- — e.g.:

[1]) For the potential-determining ion-adsorption probably $\Delta x = k . \Delta \log c$ holds. (x = adsorption, k = constant, c = equilibrium-concentration). E. LANGE and R. BERGER, Z. Elektrochemie, **36**, 171 (1930), Z. physik. Chem. (A) **147**, 470 (1930).

AgI $AgNO_3$ "Surf."/l	10 0.246 39 m^2		10 0.338 53		10 0.514 43	
	t	ads.	t	ads.	t	ads.
	30 min.	0.062	30 min.	0.046	45 min.	0.061
	20 hours.	0.046	27 hours.	0.041	25 hours.	0.042
	150 „	0.049	170 „	0.044	240 „	0 040
			480 „	0.038		

On heating the positive sols flocculate, with great adsorption-diminution.

e. The adsorption-diminution is *not* accompanied by a great change in the number of particles; observed changes in the number of countable particles in old sols or sols that had been heated at 90° for a long time (at first it is always found that the number of countable particles slightly increases, apparently in consequence of the growth of amicrons on to the ultramicroscopically observable region, at the expense of other amicrons that have gone into solution), were always quite inadequate to account for the diminished adsorption as a consequence of surface diminution through coarsening or "ripening" of the silver iodide (in the sense of diminution of the degree of dispersion).

2. In the *dialysed* sols (always electro-dialysis was applied as leading more quickly to the purpose) the quantity of adsorbed iodide will of course have decreased still more as a consequence of the decrease of concentration of the free iodide; since the relation between them is logarithmic, the diminution of the adsorption caused by the dialysis will remain comparatively small: by the dialysis the free iodide-concentration is lowered to 10^{-6} or 10^{-7} molar, i.e., as the adsorption zero-point (the point at which the adsorption of Ag^+ and I^- compensate each other) in saturate AgI-solution ($c_{I^-} = 10^{-8}$) has not yet been reached, the adsorption decreases to scarcely half in consequence of the dialysis, if c_{I^-} in the undialysed sol was, say, 10^{-4}.

As described above, during the analysis the adsorptive power of the AgI decreases continually; the velocity with which this change in the boundary surface is accomplished in dialysing or dialysed sols differs, however, from that in undialysed sols: for it appears that this velocity is dependent on the free iodide-concentration in the sol. When e.g. a newly-prepared sol was split up into two parts, and one half was dialysed for a few hours, the adsorbed quantity in the undialysed part (AgI = 10 m. mol; KI = 0.119 m. mol) had decreased from 0.063 to 0.057 meq. during this time, in the dialysed part (also the dialysis water was analysed for this) to 0.050 meq.; a fortnight later these values had, however, become resp. 0.037 and 0.044 meq., i.e. in the undialysed part the adsorbed quantity has

become already smaller in spite of the greater c_{I^-} in the intermicellar liquid: the ageing process is, therefore, furthered by free I^-.

In the dialysed sols the process has, however, not come to a stop; the sols contained always again free iodide after some time: a sol (AgI = 50 m. mol; KI = 0.50 m. mol) e.g. contained 0.0001 m. eq. of free iodide immediately after the dialysis, after 6 days 0.011, and after 3 months 0.060 meq./l.

The changes in the adsorptivity could also be directly measured; the determination of the adsorptive power of AgI for e.g. KI in dialysed AgI-sols could be made by potentiometric "titration" of these sols with greatly diluted KI-solutions; from the titration curves found the adsorption of KI can then be calculated for any concentration (with satisfactory accuracy only for the lowest concentrations). A sol (AgI = 10 m. mol; KI = 0.134 m. mol) was e.g. rapidly dialysed (1 day) to $c_{I^-} = 0.0005$ meq./l, and then titrated with 10^{-3} mol. KI-solution. A litre of sol then adsorbed 0.010 meq. KI per tenth power of the equilibrium concentration; the dialysed sol was then heated at 90° for 16 hours (c_{I^-} increased to 0.0195 meq./l. in consequence), and dialysed once more (to $c_{I^-} = 0.0009$ meq.); the adsorptivity for KI had now fallen to 0.003 meq. per tenth power of c_{I^-}; it had accordingly been reduced to a third of its original value; by renewed heating the absorptivity decreased again, and soon became immeasurably small.

3. *The analytic concentration of dialysed sols* (the molar proportion of iodide in the double layer and AgI in the particles), in consequence of the above-mentioned phenomena, will be greatly dependent on the treatment (degree of dialysis or c_{I^-} after completion of the dialysis, duration of the dialysis, density of the current during the electro-dialysis, original KI content, etc.), which was actually observed more than once. The determination of this concentration took place chiefly according to methods described by PAULI, and applied by him, as well as by RABINOWITCH and others e.g. with the As_2S_3-sol[1]). The quantity to be measured is, indeed, some orders of magnitude smaller in the AgI-sol than in a sol as that of As_2S_3; the methods could, however, be adopted to the greater accuracy required. The methods of analysis rest on a measurement of the counter-ions. The counter-ion in a dialysed AgI-sol, prepared e.g. from NH_4I and $AgNO_3$ by means of electro-dialysis (between two membrane filters, "Ultrafeinfilter", according to ZSIGMONDY and BACHMANN, current density 0.5 mA/cm² membrane area), is not the NH_4^+-ion, but the H^+-ion. The quantity of H^+ in the double layer can be determined in different ways, and with it the quantity of peptizing electrolyte, HI.

The examined sols were (in connection with the small quantities of peptizing electrolyte in the double layer), much more concentrated than the concentration of 10 m. mol/l. used by KRUYT and VAN DER WILLIGEN,

[1]) W. PAULI and E. VALKÓ, Elektrochemie der Kolloide, Wien 1929; A. J. RABINOWITCH and V. A. KARGIN, Z. physik. Chem. (A) 143, 21 (1929).

and in some experiments mentioned above. The AgI-sols can easily be concentrated. The greatest AgI-conc. that can be reached in the preparation (at about 10 % KI in excess) is about 100 m. mol: these sols coagulate, however, pretty rapidly, hence also already during the dialysis; mostly sols with 80 millimol AgI were made, and subjected to electro-dialysis; towards the end of the dialysis, e.g. after 4 days, the stirring was interrupted, after which the sol begins to separate into two "layers"; through the cataphoretic movement of the particles concentrated sol is formed at the positive membrane, which collects at the bottom of the dialyser on account of its greater specific gravity, the liquid above it getting entirely empty; this clear upper layer was then carefully siphoned off, the sol was again mixed with doubly distilled water etc., and at last also the concentrated sol was siphoned off [1]). In this way a sol was obtained of which c_I- has diminished to about 10^{-7} mol/l., while it then contains 400 millimol (about 100 grammes) of silver iodide, or even more, per litre. Such a concentrated sol becomes stiff on flocculation with electrolytes.

In the "titration" of these dialysed sols with (e.g. 0.001 norm.) alkalies, the following boundary-surface reactions succeed each other pretty sharply:

$$\boxed{AgI}\,I^- \,\vdots\, H^+ + K^+ + OH^- = \boxed{AgI}\,I^- \,\vdots\, K^+ + H_2O \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$\boxed{AgI}\,I^- \,\vdots\, K^+ + K^+ + OH^- = \boxed{AgI}\,\begin{matrix} I^- \\ OH^- \end{matrix} \,\vdots\, \begin{matrix} K^+ \\ K^+ \end{matrix} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

i.e. the sol exchanges its counter-ion, and it adsorbs OH^--ions while the charge of the particles increases; this may e.g. be inferred from the curves obtained when one follows the process conductometrically and potentiometrically (with the glass electrode). For a sol that contained 336 m mol AgI per kg sol, of which resp. 19.9 gr. was "titrated" conductometrically with NaOH 0.00093 norm. and 20.15 gr. potentiometrically with KOH 0.00087 norm., the following curves are found (fig. 1 and 2). We read from this:

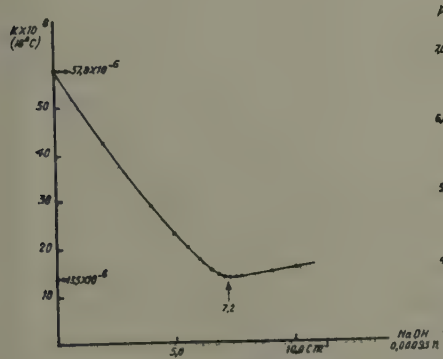


Fig. 1

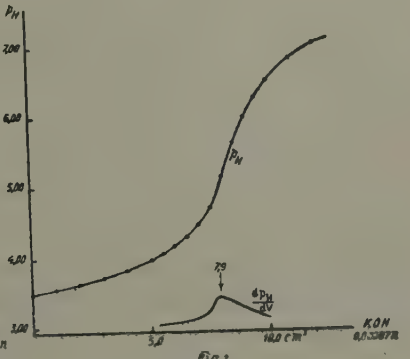


Fig. 2

[1]) Also PAULI mentions a similar method for the purification and concentration of gold-sols. He proposes to give to this the name of "electro-decantation". Naturwissenschaften, **30**, 555 (1932).

a. For the reaction (1) 7.2 cm³ NaOH 0.00093 norm. are used, in which the mobile ion H^+ is replaced by Na^+ as counter-ion, hence the conductivity of the sol decreases. This corresponds with 0.34 meq. counter-ion per kg sol.

b. During the reaction (1) the p_H increases slowly, but gradually more rapidly, till $\frac{d\,p_H}{d\,V}$ (V = number of cm³ of alkali) reaches a maximum after 7.9 cm³ (the derived curve is also given); this point of inflection corresponds with also 0.34 meq. of counter-ion per kg. sol. Hence the sol seems to titrate like an acid; however, that the resemblance is only comparative, is seen on a closer consideration of the titration-curve: though the HI in the double layer is greatly dissociated, the curve has not the form of that for a titration of a strong acid with a strong base; the p_H of the "neutralisation point" is 5.0; from both follows that on account of the great absorbability of the OH^--ion the reaction (2) from the first proceeds by the side of reaction (1), and to an always greater degree, and that, therefore, the break-point resp. point of inflection only indicate the moment at which (1) and (2) interchange their rôles of principal and by-reactions, and accordingly also probably correspond only more or less to the "neutralisation-point".

c. In the second part of the curves (2) predominates, i.e. the OH^--ions are strongly adsorbed, through which the charge of the sol-particles and the concentration of the counter-ions increases, the p_H only slowly going beyond the value 7.

d. From the conductivity of the sol (corrected for the conductivity of the intermicellar liquid, for which the conductivity of the last electrodecantate was taken, and this was practically equal to the conductivity of the water used = $0.9 \cdot 10^{-6}$) $K = c_{H^+}\ (u + v)\ 10^{-3}$ the mobility of H^+ in the sol is calculated to $u = 130$ ($K = 57 \cdot 10^{-6}$; c_{H^+} (per litre) = 0.00037; $u = 305$; $v = 25$); from the p_H of the sol (3.50) an activity of 0.30 meq/kg is calculated. While therefore the H^+-ions in the double layer are still pretty much hampered in their mobility (to less than half of that in case of infinite dilution), they are, though retained there completely electrostatically, almost entirely to be measured potentiometrically: the sol behaves as a strongly dissociated acidoid.

e. As already stated above the quantity of peptizing electrolyte in the double layer is comparatively small. The total charge of a particle (average size about 40 mμ) is calculated to 900 electrons; the free charge (calculated from the conductivity) corresponds with 330 electrons per particle. (According to PAULI-VALKÓ (l.c.) these numbers are for a Fe_2O_3-sol, with an average size of 68 mμ, resp. 200000 and 65000; for a series of gold-sols of 22—29 mμ a free charge of 28000—58000 is calculated!)

4. When in this way the analytic concentration of several dialysed sols was determined, it could actually be established that in general the sols

contain the less HI in the double layer according as the sol-particles had been longer in contact with an iodide containing solution. As the size of the particles in general varied little, the proportions in the double layer are characterised by the molar relation H^+ : AgI, which accordingly is 0.0010 for the example given above. If the degree of dialysis is the same, this relation renders also the degree of ageing. In order to answer the question in how far this process of ageing can reach a final point, it was examined whether it is possible to prepare a sol in which this relation (with constant degree of dialysis) has reached a minimum. This question is not only of practical importance (for so far as the possibility would be opened to prepare a dialysed AgI-sol which is not, or only very slowly, going to contain again free electrolyte, and is, therefore, not continually subjected to change in its colloid chemical properties), but the answer to this question can also give an insight into the properties of the double layer of the AgI-sol. It appeared to be only very imperfectly possible to obtain such a "sol in final state". On too drastic ageing (e.g. by prolonged boiling with addition of KI), also "ripening" (coarsening) appears. When e.g. a dialysed AgI-sol (AgI = 80 millimol; H^+ in the double layer 0.12 meq.; adsorptivity to KI 0.04 meq. per tenth power of c_{I^-} per litre) was boiled for 24 hours at a reflux-cooler with addition of 2 m. mol HI per litre, part of it was then deposited as coarse crystals, while of the part that had remained colloidal the average size of the particles that were ultramicroscopically visible, had slightly decreased (mean length of the sides before the treatment 50 mμ; after it 43 mμ); the sol was again dialysed to the same c_{I^-} (0.0002 meq.) and analysed: AgI-content now 72 m. mol, H^+ in the double layer 0.048 meq., adsorptivity 0.02 meq./litre. Both the above-mentioned factor (here resp. 0.0015 and 0.00067) and the adsorptive power have decreased to about half by the treatment. After this the sol, indeed, gave off free I^- more slowly, but the ageing process had not yet come to an end (c_{I^-} after two months again 0.010 meq./l.).

When for the last sol, on the assumption that the particles are pure cubes, the density of HI in the double layer is calculated, it is found that there is already sufficient room for the adsorbed I^--ions when every Ag^+-ion on the cube-edges holds one I^--ion bound; since on binding of the ion on the crystal edges more energy is released than on adsorption on a complete crystal face[1]), the I^--ions adsorbed in excess in this sol will be adsorbed on the crystal edges and corners.

If it is assumed that the adsorption of I^- by AgI can also *only* take place at the corners and edges of the crystal, and not on the crystal faces, we have a satisfactory explanation for several properties of the AgI-sol. In the first place it is then understood why the adsorption of potential-determining electrolyte (hence the "density" of the double layer) in AgI is exceptionally much smaller than in other sols: while evidently in the

---

[1]) KOSSEL, Leipziger Vorträge 1928.

normal case the peptizing ion can be adsorbed on the whole surface of the dispersed particles, the AgI at least forms an exception to this.

In the second place, by means of the hypothesis of the edges-adsorption a good idea may be formed of the above-sketched ageing phenomena. This ageing manifested itself in a great decrease of the adsorptivity of the AgI (e.g. to a fifth or a tenth of its original value) without the degree of dispersion varying considerably. Immediately after their formation the AgI-crystals will still have a very imperfect form; they will certainly not have the form of pure cubes (as was assumed for the calculation of the "surface") or a similar simple form, but they will more likely be built up of fantastically formed smaller crystals; accordingly at their surfaces they possess projections, cracks, structural flaws and distortions or "Lockerstellen" (SMEKAL), which all are able to adsorb I^--ions. If in consequence of the dynamic temperature equilibrium between crystal and solution, such an irregularly formed crystal, in contact with a saturate solution of AgI, begins gradually to transform to a crystal of more perfect form, the crystal loses a great part of its total edges-length, hence of its adsorptive power, its surface all the same decreasing but comparatively little [1]). The ageing of AgI-sols, for so far it does not rest on coarsening of the particles, (and we have seen that this coarsening practically does not yet appear on moderate ageing) we can, therefore, consider as a consequence of the process of perfection, which the crystals undergo after the precipitation. In consequence of the circumstance that in the silver iodide sol the double layer is found only on the crystal edges, we can easily distinguish two phases of the ageing here: the perfecting of the particles to more regularly constructed crystals, which process passes so rapidly that in diluted sols (peptized with little KI) the adsorptivity has decreased already to half the value in a few hours, and the coarsening of the particles, which proceeds so slowly that these sols are not destroyed until after years.

Also other regularities found are explained by the image of the first phase of ageing given here; the process passes via the solution: in general the "perfecting" will, therefore, be promoted by all the factors that increase the solubility of AgI, hence also by rise of temperature and by increase of the concentration of free iodide. It is also to be expected that from solutions in which AgI is more readily soluble, the AgI crystallises more regularly (hence with smaller adsorptivity) in agreement with what was said under 1, *b*. Remarkable is the smaller velocity of the

---

[1]) That the diminution of surface accompanying this is much too small to account for the decreases in adsorptivity found, may be illustrated by a schematic image. Let us for this purpose imagine a newly precipitated particle, with its distorted structure, as an aggregation of N smaller cubes, combined to one particle at a few points only. A decrease of the surface of this to 10 % of its original value would correspond to a recrystallisation to a particle in which N has become 10^3 times smaller, a decrease of the total edges length to 10 % requires, however, only a $10^{3/2} = 33$ times smaller value of N. Only the latter case furnishes a probable order of magnitude, since a sol-particle has only the length of 50—75 molecules of AgI.

process in positive sols, while AgI in dilute $AgNO_3$-solutions possesses about the same solubility as in dilute KI-solutions of the same molar concentration; the positive sol differs, therefore, also in this from the negative one.

Summary.

1. By different methods the adsorption of $AgNO_3$ and KI was measured in undialysed AgI-sols. A complete chemical and electrochemical analysis was given of a dialysed AgI-sol, and its adsorptive power to KI was measured.

2. Under different circumstances the ageing of undialysed and dialysed AgI-sols was studied, and quantitatively examined by measurement of adsorption and adsorptive power. There is an ageing without enlargement of the particles, which proceeds very rapidly, and an ageing which rests on coarsening, which proceeds much more slowly.

3. Both the absolutely very small value of the adsorption of the electrolyte forming the double layer, and the relatively considerable decrease in adsorptivity during the first stage of the ageing suggest the supposition that the adsorption of the peptizing ion takes place only at some active places of the surface of the submicroscopic crystals (corners, sides, edges); especially during the first time after the formation the number of these places decreases rapidly, in consequence of the recrystallisation of the at first irregularly built crystals to particles of more perfect forms.

In conclusion I will, already here, express my indebtedness to Prof. H. R. KRUYT for the advice and interest which I received from him in the choice and the performance of this investigation, and to Prof. F. M. JAEGER for the kind way in which he enabled me to perform this work in his laboratory.

Groningen, Laboratory for Inorganic and Physical Chemistry of the University.

Medicine. — *Report on a small experimental epidemic of benign tertian malaria started in September 1931 and followed up till January 1933.* By N. H. SWELLENGREBEL. (Communicated by Prof. W. A. SCHÜFFNER.)

(Communicated at the meeting of February 25, 1933.)

The object of the present note is to relate the further events of an experiment commenced in September 1931 and which already has formed the subject of two communications [1]).

The experiment orginally aimed at preventing malaria by small doses of plasmoquine (3 cg. daily) taken by healthy volunteers before, on, and 5 days after infection by the bite of numerous mosquitoes carrying salivary sporozoites. As all volunteers became infected and as we were able to keep the majority under observation, the experiment gradually changed its character. What we actually had done was this: we had started an experimental epidemic of benign tertian malaria, the disadvantage of small numbers being compensated to some extent by the circumstance that all our subjects were infected on known dates and by one and the same strain of parasite, conditions warranting a uniformity of results hardly to be obtained under field conditions.

The drug we had used as a prophylactic had failed us, a fact readily explained by the small dose, the short time it was taken and the unusually heavy infection. But the experimental epidemic once started allowed us to test the curative effect of plasmoquine (combined with quinine) and atebrin in two ways: 1°. individually and 2°. by the aspect and course of this experimental epidemic as a whole.

a. Individual effect.

As our 15 volunteers suffered from one to several relapses there were many more "cases" to treat:

---

[1] SWELLENGREBEL and DE BUCK. Prophylactic use of plasmoquine in a dosage warranting reasonable safety for routine treatment. — *Proc. Roy. Acad. of Sc. Amsterdam,* XXXIV, 1931. No. 8, pp. 1216-1220.

SWELLENGREBEL and DE BUCK. Plasmoquine prophylaxis in benign tertian malaria. *Eod. Loc.*, XXXV, 1932, No. 6, pp. 912—914.

18 with quinine	1 gm. + plasmoquine 3 cg. daily for 2 weeks,	16 relapses (3 relapsed twice, 1 three times.)
5 with quinine	1 gm. + plasmoquine 3 cg. daily for 3 weeks,	1 relapse,
8 with quinine	1 gm. daily for 3-5 days,	5 relapses (1 relapsed three times).
9 with quinine	1 gm. daily for 2-6 weeks,	7 relapses (1 relapsed twice).
9 with atebrin	0.3 gm. daily for 5 days,	7 relapses (1 relapsed twice),
4 with atebrin	0.3 gm. + plasmoquine 3 cg. daily for 5 days.	2 relapses.
1 with two doses of salvarsan (150 and 300 mg.)		
54		

Taking together all the cures with quinine + plasmoquine, with quinine alone and with atebrin the result is not exactly encouraging:

23 quinine + plasmoquine	cures with 17 relapses.
17 quinine	cures with 12 relapses.
13 atebrin (alone or + plasmoquine)	cures with 9 relapses.

But the result would have been better, we believe, if we had returned sooner to the full (i.e. the three weeks' instead of the fortnight's) quinine + plasmoquine treatment.

With atebrin the results might have been improved by the addition of a daily dose of 0.03 Gms. of plasmoquine, but the cases treated this way are too few in number to relieve us of the feeling that atebrin was no better than quinine. But even if we should have to accept as a fact the impression that atebrin is not an ideal drug to cure benign tertian malaria, there remain Col. JAMES' [1]) indubitable results proving its outstanding qualities as a cure for the most recalcitrant strains of malignant tertian. These qualities combined with the short duration and low price [2]) of the treatment and with its life-saving value in cases of blackwater fever, more than suffice to compensate any minor shortcomings with regard to the curative effect on benign tertian malaria.

b. *Effect on the type of epidemic* (see graph 1 and 2).

The first thing which strikes one is that the bites of infected mosquitoes, inflicted in September, all took immediate effect. There was no protracted incubation except in one case. This seems to contradict our former observations but it really does not. In our investigations on malaria with

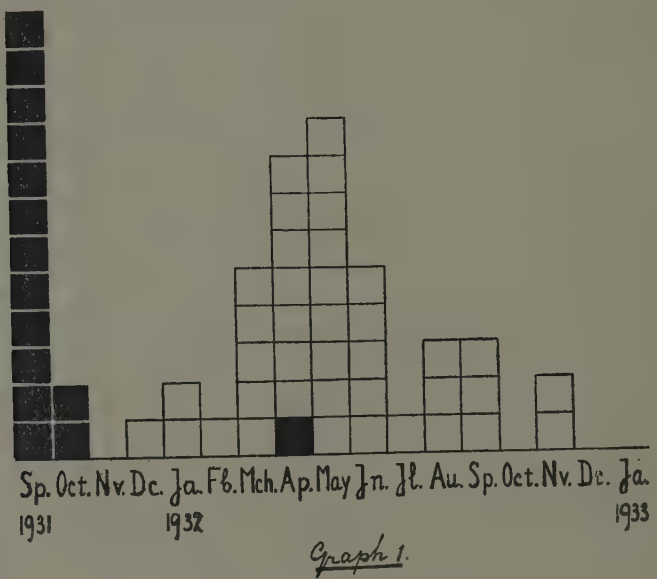
---

[1]) JAMES. Discussion on synthetic antimalarial remedies and quinine. — *Transact. Roy. Soc. Trop. Med. and Hyg.* XXVI, 1932, No. 2. pp. 105—138.

[2]) With regard to this point it would be well to compare the costs of a cure effected by atebrin with a 5-days or 7-days quinine treatment, and not with a „standard-treatment", which very often exists on paper only.

prolonged incubation [1]) all our volunteers were bitten by one (two in one case) infected mosquito only whereas in this prophylactic experiment their number was 5—12. This circumstance alone seems sufficient to account for the absence of a protracted incubation. Still it is possible that the drug the volunteers were made to swallow at the time of infection, had something to do with it too, as small doses of plasmoquine are known to act as a stimulant to the parasites, a fact which was also brought to our notice by the exceptionally short incubation (9 days) in some of our subjects. But our control cases infected simultaneously with our volunteers and by the same number of mosquitoes did not show a prolonged incubation either and so we conclude that the heavy dose of salivary sporozoites and not a stimulating effect of plasmoquine was the cause of this unusual behaviour in our experimental epidemic.

Our graph N^0. 1 is strongly suggestive of the correctness of the view that the common dutch malaria epidemic is composed of nothing but



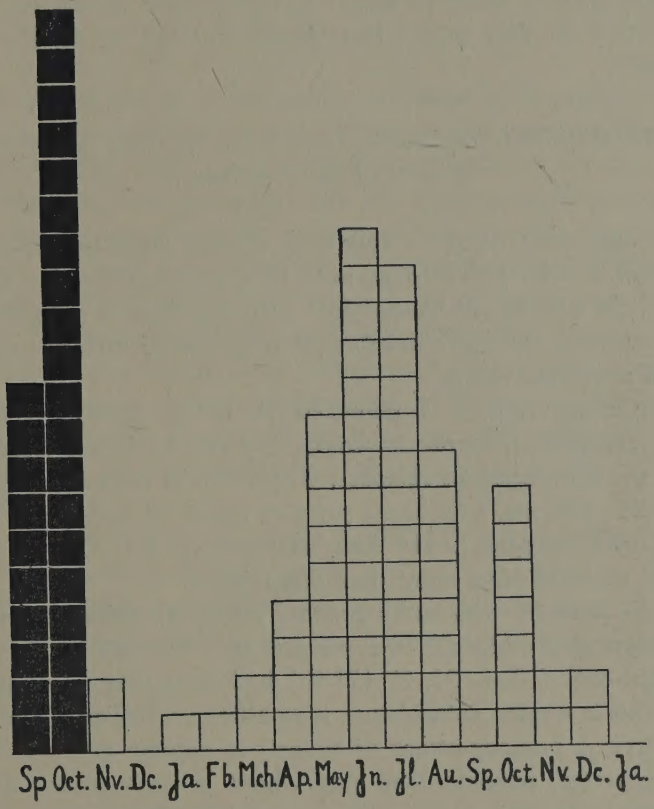
Experimental malaria epidemic.
Every square represents one case.
Black squares: first manifestation of malaria after the infecting mosquito bites in September 1931.

relapses (recurrences, sensu JAMES). Every springcase is a repetition of an usually latent, but occasionally patent, primary manifestation of malaria during the preceding autumn. The patent autumnal primary attacks of our experiment have occasioned a vernal epidemic which is the exact replica of a typical dutch epidemic: A steep rise in spring, a maximum in summer and a decline which is less abrupt owing to a separate secondary rise in

[1]) SCHÜFFNER, KORTEWEG and SWELLENGREBEL. Proefondervindelijke malaria met lange latentie. — *Nederl. Tijdschr. v. Geneesk.*, LXXIII, 1929, No. 40, pp. 4622—4629.

early autumn. This separate autumnal rise is supposed to be due to a certain proportion of autumnal infections failing to remain quiescent till the following spring. But our experiment proves that a series of late relapses may give rise to a similar autumnal peak.

In order to render the comparison of our experimental epidemic with a natural one as accurate as possible, we have added Graph 2. This graph does not represent a complete dutch epidemic but only that portion of it which starts from primary cases in September and October. It is based on



Graph 2

Representing the subsequent history of 30 patients of dr. KORTEWEG at Wormerveer who had their primary attack in September and October (each black square is one patient). As a consequence they were in the same condition as our volunteers, except that their infection was a natural one. The relapses these patients suffered from are represented by white squares. The point we wish to make is that these white squares are arranged to form a polygon almost identical with that in graph 1.

observations Dr. KORTEWEG continued at Wormerveer for a period of several years and which he kindly allowed us to make use of. Like in our experimental epidemic all primary cases are autumnal and the whole of the summer epidemic is composed of relapses. The resemblance existing

between Graphs 1 and 2 is sufficiently obvious to require no further explanation; the differences amount to no more than a shifting of the summer peak from May to June, the autumnal peak from August—September to October and the peak of primary cases from September to October.

For the present purpose the main point is: the 54 cases of benign tertian malaria composing our experimental epidemic, in 36 of which the treatment was with plasmoquine + quinine (23 cases), plasmoquine + atebrin (4 cases) or atebrin alone (9 cases) have arranged themselves in exactly the same way as they might have been expected to do if treated with quinine only.

c. An additional explanation to account for the unsatisfactory results of our treatment.

For the data underlying the following consideration we are indebted to Dr. KORTEWEG who provided us with figures indicating, for each month separately, the number of his patients suffering from a primary attack of malaria in that month, and the subsequent history of each patient followed up for the next two years.

Studying these figures, a point struck us as possibly affording an additional explanation of the unsatisfactory results of our treatment with regard to the prevention of relapses. This point is the following:

1°. In 242 persons, who had a primary attack of malaria in spring and summer (April—August), 119 had relapses (51 %). Out of these 119, 57 (48 %) suffered from more than one relapse.

2°. In 77 persons, who had a primary attack of malaria in autumn and winter (September—March) the relapse rate was about the same: 38 (49 %). But out of these 38, 27 (71 %) had more than one relapse.

Unless this is a mere coincidence, it signifies, in Holland, that a person, suffering from a primary attack of malaria in autumn and winter, is more liable to repeated relapses than one whose primary attack occurred in spring or summer. Considering that most malarial infections in Holland are acquired in autumn and winter, this means that the chances to suffer from repeated relapses are the greater the shorter the time between the infection and the primary attack. We may put this conclusion in a different wording by saying that the chances of repeated relapses are the greater the more sporozoites are injected. For SCHÜFFNER, KORTEWEG and SWELLENGREBEL (1929) have shown that a malaria infection, by mosquito bites in autumn, is followed by an attack of malaria after an incubation period of a few weeks only, if the dose of sporozoites injected is a heavy one. but that the attack is retarded for 7—8 months if the infection is brought about by the bite of one mosquito only.

Applying this conclusion to the present experiment, the heavy infection to which our volunteers were subjected appears in the light of a causative

agent obscuring not only the prophylactic but likewise the curative properties of plasmoquine; the same, of course, holds good for atebrin.

In our previous communication we have already suggested that this heavy infection might have had the effect to frustrate our attempt at prophylaxis at the commencement and to interfere with our curative efforts at the end of our experiment. It is only after taking cognisance of Dr. KORTEWEG's field observations that this assumption seems to be better supported.

Conclusion.

Although we are not in a position to contribute to the mass of favourable opinions regarding the curative effect of the new synthetic drugs and, more especially, their power to prevent relapses and to cut short an impending epidemic, we recognise that the positive results obtained by some other investigators may be as true as are our own negative ones. Although we are well aware that our experiment recommends itself by some special features, uniting the advantages of field- and laboratory observations (our volunteers being healthy individuals living under normal conditions) we realise on the other hand that we have been working with a particularly resistent strain of *Plasmodium vivax* and that we have aggravated the morbid condition resulting from the infection with this strain by exposing our volunteers to an unusually large number of infecting mosquito bites.

Consequently we feel we cannot do better than to repeat the conclusion to which our previous investigations led us, viz. that a system of prophylaxis and treatment, which has definitely proved its great practical value, may occasionally break down under the stress of unusual conditions.

CORRIGENDUM

to *The seeming and the real cephalization of the Australian aborigine.* By EUG. DUBOIS. (Proceedings Kon. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, Vol. XXXVI, N°. 1, 1933).

P. 12, Table VII, left hand half,

instead of $\frac{\text{European female}}{\text{European male}} \times 100$ *to read* $\frac{\text{female}}{\text{male}} \times 100$.

P. 12, Table VII. Before the left hand second part, to insert: Australian.